www.sapientia.uji.es | 176

CAD 3D con SolidWorks®

Tomo I: Diseño básico (2ª ed.)

Volumen 1. Modelos

Pedro Company Calleja
Carmen González Lluch



Col·lecció «Sapientia», núm. 176

CAD 3D CON SOLIDWORDKS®
TOMO I: DISEÑO BÁSICO (2ª edición)
Volumen 1. Modelos

Pedro Company Calleja
Carmen González Lluch

DEPARTAMENT D'ENGINYERIA MECÀNICA I CONSTRUCCIÓ

■ Codis d'assignatura: ET1009, EM1009, EQ1009, EE1009, ET1028, EM1025, DI2028, SDI122



Edita: Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions
Campus del Riu Sec. Edifici Rectorat i Serveis Centrals. 12071 Castelló de la Plana
http://www.tenda.uji.es   e-mail: publicacions@uji.es

www.sapientia.uji.es
Primera edición, 2013
Segunda edición, 2021

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176
ISBN obra completa: 978-84-18432-79-8
ISBN volumen 1: 978-84-18432-81-1



Publicacions de la Universitat Jaume I es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional. www.une.es.



Información sobre SolidWorks Corporation

SolidWorks Corporation, una empresa de Dassault Systèmes S.A. (Nasdaq: DASTY, Euronext París: Nº13065, DSY, PA), desarrolla y comercializa software para el diseño mecánico, el análisis y la gestión de datos de producto. Es el principal proveedor de software de diseño mecánico 3D en el mercado. SolidWorks es líder del mercado en número de usuarios en producción, satisfacción del cliente de ingresos. Si desea conocer las últimas noticias o bien obtener información o una demostración en línea en directo, consulte la página Web de la empresa (www.solidworks.es) o bien llame al número de teléfono 902 147 741.

ÍNDICE

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Agradecimientos

Este libro no hubiera sido posible sin la paciencia y el apoyo constante de nuestras familias.

Merece una mención especial nuestros compañeros Miquel Gómez-Fabra y Margarita Vergara, por su entusiasmo en la revisión del documento y por sus innumerables consejos.

Por último, también ha sido importante la ayuda del Servei de Comunicació i Publicacions, para editar y maquetar un documento final complejo por su tamaño y su formato especial.

A todos ellos queremos agradecerles su contribución desinteresada para completar y mejorar esta obra.

Introducción

Hoy en día existen programas de ordenador dirigidos a diferentes tipos de usuarios y orientados hacia todo tipo de usos (el término informático de «aplicaciones» sirve como referencia genérica para todos estos programas). Una de las familias de aplicaciones del ordenador con más éxito y más tradición en el mundo de la ingeniería se da en el ámbito del diseño y el proyecto, y se conoce con el término genérico de Diseño Asistido por Ordenador, o por el acrónimo CAD. Las aplicaciones CAD que se centran en el diseño de productos industriales se suelen denominar como CAD mecánico (MCAD), para distinguirlas de aquellas otras aplicaciones más centradas en la arquitectura, o en otros ámbitos más especializados como el textil.

Las aplicaciones de Diseño Asistido por Ordenador guardan relación con diferentes campos, que van desde la informática hasta la gestión de procesos. Por consiguiente, se pueden estudiar desde puntos de vista bastante diferentes. En este libro se presentan los fundamentos y se muestra el modo de uso de las aplicaciones de Diseño Asistido por Ordenador mediante modelos tridimensionales (CAD 3D) que se fundamentan en la geometría constructiva, y resultan relevantes para asistir durante el diseño de detalle a un diseñador industrial o un ingeniero de producto.

¿Quién puede sacar provecho de este libro?
¿Por qué hay que aprender CAD 3D?
¿Por qué un libro con «teoría» de CAD?
¿Qué se puede aprender con este libro?
¿Qué se necesita para sacar provecho de este libro?
¿Qué formato tiene este libro?
¿Cómo se puede utilizar este libro?
¿Qué cambios hay en esta segunda edición?

¿Quién puede sacar provecho de este libro?

El libro está dirigido a los estudiantes de ingeniería (especialmente de las ingenierías del ámbito industrial), y a los diseñadores y proyectistas que desean aprender a utilizan aplicaciones CAD 3D como herramienta para desarrollar sus diseños y/o sus proyectos de ingeniería.

Si usted ya diseña y/o desarrolla proyectos de ingeniería, o tiene intención de hacerlo, entonces debe trabajar con herramientas CAD 3D, y este libro le ayudará a ser más consciente de sus posibilidades y a aprovechar mejor los recursos que dichas herramientas ponen a su disposición.

Por último, el libro también es útil para los responsables de oficinas de diseño o proyectos, porque pueden encontrar criterios para seleccionar una aplicación CAD 3D, reestructurar el proceso de diseño—especialmente el flujo de documentación—o sacar el máximo provecho a la implantación y utilización de aplicaciones CAD 3D.

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

¿Por qué hay que aprender CAD 3D?

Se debe utilizar el CAD 3D porque potencia la creatividad, dado que permite explorar diferentes soluciones de diseño en breve tiempo. También aumenta la productividad. En cualquier empresa relacionada con el diseño o los proyectos de ingeniería se consigue una reducción importante (de tiempo y dinero) del proceso de diseño, respecto a los métodos basados en instrumentos tradicionales o en aplicaciones CAD 2D.

Usar CAD 3D para diseñar o proyectar requiere un aprendizaje, porque se debe modelar en lugar de dibujar. Para producir modelos virtuales se debe usar el lenguaje gráfico, que está arraigado en los ámbitos del diseño y el proyecto de ingeniería. Pero todo lenguaje está condicionado por las herramientas y los canales de los que se sirve, por lo que una persona que está aprendiendo a utilizar el lenguaje gráfico para diseñar o proyectar, debe acomodar dicho aprendizaje en función de la herramienta CAD 3D. Por consiguiente, para los diseñadores y proyectistas expertos, que conocen bien los instrumentos tradicionales y las aplicaciones CAD 2D, así como la forma de trabajar con ellos, también es necesario aprender a trabajar con la nueva herramienta. Porque el cambio de delinear a modelar modifica muchos aspectos de la forma de utilizar dicho lenguaje. En consecuencia, adquirir habilidad en el empleo de la nueva herramienta no es suficiente. Se requiere un nuevo enfoque global, puesto que los conocimientos teóricos en los que se sustentaba la utilización de las herramientas de delineación son necesarios, pero no son suficientes cuando se extrapolan a un entorno de modelado.

En definitiva, tanto los aprendices como los diseñadores y proyectistas expertos en CAD 2D, deben aprender a utilizar las aplicaciones CAD 3D como herramientas para desarrollar diseño o proyectos de ingeniería.

¿Por qué un libro con «teoría» de CAD?

Entendemos que el estudio de cualquier disciplina en Ingeniería debe estar orientado hacia la práctica («saber hacer»). Pero, conseguir habilidad en cualquier disciplina es difícil y poco útil si el entrenamiento que se sigue para alcanzar dicha habilidad no está respaldado por el conocimiento («saber»). Es decir, que la habilidad debe entenderse como tener práctica en el manejo del conjunto de técnicas que se utilizan para poner el conocimiento en acción. Aunque, cabe insistir, sin conocimiento no puede haber acción válida.

En particular, el estudio del modelado asistido por ordenador, también debe estar orientado hacia la práctica, es decir, saber hacer modelos. Pero, frente a quienes consideran innecesario un conocimiento teórico relacionado con el CAD, debemos remarcar que nosotros sí consideramos necesaria tal componente teórica, entendida como el conjunto de fundamentos y conceptos que facultan para elaborar estrategias. No obstante, opinamos que es condición indispensable la introducción del nivel de abstracción apropiado para que la teoría tenga interés. Es decir, que no creemos que enseñar pormenores de versiones particulares de cualquier aplicación se pueda considerar «teoría». Aunque es indudable que es una fase del aprendizaje por la que necesariamente se debe pasar. Y también es indudable que se necesita ayuda para superar esta fase, por lo que el libro también contiene explicaciones detalladas de tácticas apropiadas para ejecutar las estrategias elaboradas a partir de los planteamientos más teóricos. Por ello, todos los ejercicios tienen una primera parte de estrategia, seguida de una explicación detallada de ejecución de la misma.

Entendemos que introducir aspectos generales de la utilidad de una aplicación CAD genérica en el proceso de diseño sí que supone un

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

fundamento teórico, porque ayuda a cualquier usuario de cualquier aplicación a tener un marco conceptual que le permita sacar provecho de la herramienta que está utilizando. Dicho en otras palabras, los conocimientos teóricos deben servir para que los usuarios de las aplicaciones CAD adquieran el conocimiento que les capacite para saber diseñar mediante modelos.

En definitiva, entendemos que la teoría debe enseñar los conceptos generales del CAD, sin caer ni en una excesiva pormenorización o contextualización de un software concreto, ni tampoco en conceptos que tan solo resulten útiles a quienes tienen que diseñar e implementar nuevas aplicaciones CAD.

Los conceptos generales del CAD provienen de la geometría constructiva, que se fundamenta en la geometría métrica y utiliza recursos de la geometría descriptiva. Si bien los recursos de la geometría descriptiva aplicables cuando se usan aplicaciones CAD 2D son casi idénticos a los recursos clásicos basados en el empleo de instrumentos tradicionales, la geometría descriptiva debe sufrir una adaptación importante cuando se trabaja en un entorno CAD 3D. Es por ello que el libro incluye unas lecciones «cero», en las que se revisan y recopilan aquellos conocimientos de geometría métrica y descriptiva que son pertinentes para un curso de geometría constructiva basado en herramientas CAD 3D.

¿Qué se puede aprender con este libro?

El objetivo formativo del texto es presentar las diferentes técnicas de modelado basado en los conceptos de geometría paramétrica y variacional, y diseño orientado a elementos característicos («features»). El objetivo instrumental es el aprendizaje del manejo de un sistema de modelado sólido avanzado para generar modelos virtuales y obtener representaciones complejas de los diseños.

También se presentan las técnicas de ensamblaje de modelos, y de extracción de documentación técnica normalizada.

Al acabar el libro, el lector será capaz de:

- Conocer y comprender los métodos de modelado y ensamblaje virtual.
- Modelar piezas usadas habitualmente en el diseñoindustrial.
- Ensamblar conjuntos a partir de los modelos virtuales de las piezas que los componen.
- Extraer dibujos de ingeniería a partir de los modelos o los ensamblajes virtuales.
- Gestionar anotaciones de ingeniería, tanto en dibujos como en modelos 3D.

¿Qué se necesita para sacar provecho de este libro?

Los conocimientos y habilidades con que el lector debe contar para sacar el máximo provecho de este libro son de dos tipos. Por una parte, se requiere un conocimiento elemental de los componentes físicos («hardware») de una estación de trabajo gráfica, y un conocimiento elemental de la utilización de un ordenador de tipo personal. Por otra parte, se requieren conocimientos de expresión gráfica. En concreto, los conocimientos geométricos necesarios para facilitar la concepción y estudio de formas, y los que capacitan para utilizar las normas de dibujo técnico.

Detallando más, el lector debe tener experiencia en la gestión de recursos de un ordenador personal (manejo de ficheros, utilización de

periféricos, etc.). Y debe tener suficientemente desarrollada la capacidad de visión espacial, entendiendo por tal la preparación necesaria para asociar las figuras planas que se obtienen por proyección, con los cuerpos tridimensionales de los cuales se obtienen. El lector también debe conocer los recursos y técnicas necesarias para conseguir la correcta representación en dos dimensiones de los productos industriales tridimensionales. Se precisa, en definitiva, que el lector sea capaz de aplicar los sistemas de representación y las normas y convencionalismos, para el estudio y la descripción de las formas usadas en Ingeniería.

Además de los requisitos formativos citados, se aconsejan los siguientes requisitos instrumentales: capacitación en la delineación con aplicaciones CAD 2D, y capacitación para el dibujo a mano alzada.

La destreza en la representación a mano alzada es útil para realizar bocetos (dibujos preliminares, inacabados) y croquis (dibujos acabados, pero realizados a ojo, sin delinear las figuras y sin guardar una escala rigurosa) que permitan plantear el proceso de ejecución a seguir para resolver cualquier problema de diseño asistido por ordenador. El conocimiento de la delineación con CAD 2D es útil para asimilar con más facilidad la forma de trabajar de cualquier aplicación de modelado virtual.

Por otra parte, es conveniente simultanear el aprendizaje de los contenidos de este libro con los contenidos típicos de un curso de Dibujo Industrial. Esto es así porque este libro pone el énfasis en los aspectos directamente relacionados con el modelado virtual, pero no desarrolla de forma extensa aspectos también necesarios; tales como interpretar dibujos de ingeniería realizados por otros técnicos, realizar dibujos de ingeniería para transmitir los diseños propios, y conocer y aplicar las representaciones simbólicas de información de diseño y fabricación utilizadas habitualmente en dibujos de ingeniería.

¿Qué formato tiene este libro?

El libro tiene un formato gráfico, porque entendemos que la mejor forma de explicar la interacción con una aplicación CAD 3D es mediante imágenes apoyadas con texto. También se han utilizado algunos emoticonos para resaltar los aspectos críticos, las ideas felices o las aclaraciones sobre posibles mejoras o variantes de algunas tareas.

El libro no está formateado para ser impreso. Nace con vocación de libro electrónico. Por ello, tiene un formato apaisado, porque es el más apropiado para visualizar su contenido en una pantalla de ordenador o tableta.

Por la misma razón, el libro no contiene páginas densas, porque el objetivo no es reducir el tamaño del mismo. En un libro electrónico el número de páginas es menos importante que conseguir que cada tarea o explicación quede completamente visible en una única página. Cuando esto no se ha podido conseguir, se ha recurrido a una o más páginas de continuación. Las tareas más complejas, se han subdividido y numerado, para que cada una de las sub-tareas pudiera cumplir dicho requisito.

¿Cómo se puede utilizar este libro?

Este libro debe utilizarse para adquirir conocimientos generales sobre CAD 3D, al mismo tiempo que se adquiere la habilidad necesaria en la utilización de una aplicación CAD particular. Dichos aspectos prácticos se han resuelto mediante el programa SolidWorks®, en su versión 2017-2018.

El libro contiene tanto la parte teórica de un curso genérico de modelado virtual mediante técnicas de Diseño Asistido por Ordenador, como la práctica con la aplicación CAD 3D y, por supuesto, contiene series de

ejercicios que desarrollan tareas, graduadas con nivel de dificultad creciente, para favorecer el aprendizaje de recursos cada vez más sofisticados de la aplicación CAD 3D.

Se ha considerado oportuno descomponer el texto en dos partes. Éste primer tomo reúne los conocimientos básicos de la aplicación del modelado geométrico a la fase de diseño de detalle. El segundo contiene los aspectos más avanzados.

El primer tomo completo sirve para una asignatura de nivel intermedio en el manejo del CAD 3D para la fase de diseño de detalle. Sobre la base de la experiencia actual, el tiempo mínimo de clase debería ser de 60 horas (con 15 horas de explicaciones teóricas y 45 horas de prácticas con ordenador). El tiempo de trabajo personal del estudiante debería ser el doble que el tiempo de clase: 180 horas. También es posible prescindir de algunos aspectos complementarios para impartir un curso de 45 horas (15 de teoría y 30 de prácticas, con tiempo total de trabajo del estudiante de 135 horas). Para dicho curso corto, se puede prescindir de los ejercicios más avanzados, limitándose al primero o a los dos primeros ejercicios de cada serie. Utilizando únicamente el primer tema, se puede impartir un curso básico de modelado CAD 3D, con una duración deseable de 20 horas de clase y 60 horas de trabajo del estudiante. Por último, si los fundamentos ya están adquiridos (quizá con otra aplicación CAD 3D), se puede utilizar el libro para repasar los conceptos teóricos y aplicar dichos conceptos directamente a los ejercicios más avanzados de cada serie. Así se puede confeccionar la primera parte de un curso avanzado dirigido a estudiantes con algunos conocimientos previos de CAD 3D. Dicho curso avanzado se deberá completar con los contenidos del segundo tomo.

El libro ha sido desarrollado para utilizarse como apoyo en clases presenciales, en las que el profesor debe marcar el ritmo de avance y debe resolver las dudas que aparezcan durante las prácticas. No obstante, el gran nivel de detalle de las explicaciones permite usarlo como «tutorial» de un aprendizaje autónomo. Aunque no es óptimo para tal propósito, porque: *a*) es un documento estático, no un tutorial interactivo, y *b*) porque los ejercicios están explicados asumiendo una secuencia concreta, por lo que no contienen explicaciones de detalles de ejecución que hayan sido resueltos en ejercicios anteriores.

¿Qué cambios hay en esta segunda edición?

Esta segunda edición es el resultado de reestructurar los contenidos del curso en cuatro grandes temas: modelado, ensamblaje, dibujos y anotaciones.

En la parte de modelado, hay un cambio profundo en los fundamentos geométricos del modelado paramétrico. Ahora se estudian las relaciones geométricas antes de abordar los conceptos básicos del dibujo paramétrico; el cual se estudia por separado, antes de explicar su función en el modelado paramétrico. Por ello, la anterior lección de técnicas de modelado geométrico se ha descompuesto en hasta cuatro lecciones, todas ellas con mayor contenido teórico, y con una colección de ejercicios ampliada.

La parte de ensamblajes distingue ahora más claramente los ensamblajes simples, de aquellos que tienen peculiaridades que los hacen merecedores de estudio por separado: los que incluyen piezas comerciales o estándar, los mecanismos, y los que incluyen subconjuntos. También se ha dedicado una lección específica a los ensamblajes en explosión.

El estudio de los dibujos o planos obtenidos desde modelos o ensamblajes se ha agrupado en un tema específico. Así se ha podido contextualizar mejor el proceso de extracción de los dibujos con el necesario

cumplimiento de las normas de representación. Además, se han añadido nuevas explicaciones y ejercicios encaminados a gestionar la organización de todo el conjunto de planos de un proyecto.

La ingeniería inversa es una reconstrucción de modelos de ingeniería a partir de información generalmente incompleta y/o con errores, que se apoya en estrategias de análisis técnico de productos. Puesto que la mayor parte de la información de partida son dibujos, se ha incluido una lección introductoria al análisis técnico de productos y la ingeniería inversa al final del tema de dibujos.

Las anotaciones se estudian ahora en un tema separado. A fin de poder incluir los conceptos teóricos en los que se sustentan las anotaciones más clásicas, al tiempo que se introducen nuevas formas de anotaciones, tanto en dibujos como en modelos.

Esta nueva estructura permite abordar cursos con dos enfoques diferentes. En un enfoque más «clásico», los dibujos o planos siguen siendo los documentos principales, aunque se obtienen por extracción a partir de los modelos que tienen la categoría de documentos complementarios. En este enfoque en el que «mandan los dibujos», el tema 3 es fundamental, mientras que el tema 4 enseña a gestionar unas anotaciones que se limitan a enriquecer los dibujos de diseño para convertirlos en dibujos de fabricación, inspección, etc. En un enfoque más «moderno», se puede prescindir completamente de los dibujos, o se pueden relegar a documentos meramente complementarios. En este enfoque en el que «mandan los modelos», el tema 3 es innecesario, mientras que las anotaciones sobre modelos que se estudian en el tema 4 pasan a tener un papel más destacado, porque los modelos enriquecidos con anotaciones son la fuente exclusiva, o al menos principal, de documentación de los diseños.

El último gran cambio introducido en esta segunda edición es que las rúbricas se han integrado a lo largo de todo el libro.

Las rúbricas académicas son guías de calificación, construidas a partir de un conjunto de criterios de evaluación o descriptores, que establecen las especificaciones que deben evaluarse. Estos criterios se disponen habitualmente en forma de tabla, y se puntúan en base a un conjunto de niveles de desempeño que definen el grado de cumplimiento con las especificaciones establecidas. Las rúbricas estandarizan y aceleran el proceso de evaluación, destacando los aspectos más relevantes de la materia. Por lo tanto, se debe proporcionar a los evaluadores potenciales una estrategia e instrucciones de evaluación, con el fin de que todos ellos apliquen los mismos criterios, y que estos se mantengan constantes a lo largo del tiempo. A tal propósito, los criterios de evaluación que consideramos apropiados para un curso de CAD 3D se describen con detalle en el Anexo 2.

Pero el propósito de las rúbricas debe ir más allá de la evaluación. Las rúbricas formativas pueden ser utilizadas por los propios estudiantes para determinar su nivel de progreso y para conocer las posibles debilidades que todavía tengan en su formación. Se trata de instrumentos que favorecen el aprendizaje auto-regulado (SRL por sus siglas en ingles). Por lo tanto, es fundamental que los estudiantes comprendan y utilicen las rúbricas formativas. Es por ello que las mismas se describen y se utilizan progresivamente, conforme avanza la formación en las estrategias y procedimientos de modelado CAD 3D.

Las rúbricas formativas también sirven para poner el foco en los métodos y procedimientos que se pretenden fomentar. A tal fin, las rúbricas incluidas en éste libro explican «lo que cuenta»: no basta con modelar, hay que obtener modelos de calidad. Entendiendo que la calidad es un concepto complejo, que abordamos a través de las seis dimensiones detalladas en el Anexo 2.

Cabe insistir en que ignorar la calidad de los modelos CAD, o posponer su consideración hasta que se haya completado la formación en CAD no son opciones aceptables.

Ciertamente, hay dos estrategias extremas de modelado, ensamblado y extracción de dibujos. En los modelos «de ideación» se busca inmediatez. Es la apropiada para la fase de diseño conceptual, cuando el diseñador quiere la ayuda de un modelador para fijar las ideas vagas sobre un nuevo diseño. En esos casos, se busca que el proceso de modelado sea ágil, y no entorpezca el proceso creativo que está desarrollando el usuario. En contrapartida, se asume que el modelo resultante será efímero y sus carencias en calidad no tienen repercusión. Por el contrario, en la estrategia más común, se parte de que la falta de calidad afecta a la capacidad de edición y reúso de los modelos CAD «de producción», causando ineficiencias, retrasos y errores en el proceso de desarrollo de nuevos productos industriales. En entornos que tienden hacia las empresas basadas en modelos (MBE, por Model-Based Enterprise) la calidad del modelo CAD maestro es crucial, porque sirve como fuente primaria de la que se derivan todo el resto de modelos usados a lo largo del ciclo de vida de los productos.

Un diseñador formado en el hábito de modelar con calidad, sabrá renunciar a las estrategias «lentas» de modelar con calidad cuando necesite inmediatez para explorar nuevas soluciones. Mientras que un diseñador habituado a modelar de forma rápida e inconsistente, no sabrá añadir calidad cuando la necesite.

¿Cómo se organiza el libro?

Debido a su extensión, esta segunda edición está organizada como una obra en cuatro volúmenes. Cada uno de los volúmenes corresponde con uno de los cuatro temas de modelado, ensamblaje, dibujos y anotaciones.

En este primer volumen se estudia el modelado de piezas aisladas. El estudio incluye desde modelos básicos hasta modelos de mayor complejidad, tanto por las diferentes orientaciones oblicuas de algunas de sus partes, como por la dificultad geométrica de modelar cuerpos basados en curvas y superficies. El volumen también contempla el modelado de piezas estándar, y concluye con un estudio introductorio de los formatos de representación de modelos CAD.

En el segundo se estudian los ensamblajes, en el tercero los dibujos, y en el cuarto se agrupa el estudio de todo tipo de anotaciones.

Volumen I
Modelos

Capítulo 1.0. Fundamentos geométricos del modelado

Capítulo 1.0. Fundamentos geométricos del modelado

Introducción

El dibujo geométrico utiliza técnicas de *representación geométrica* (o *trazado*) para producir figuras geométricas sobre las que se pueda razonar, o construir formas geométricas más complejas

Primero estudiaremos cuatro aspectos de las figuras geométricas:

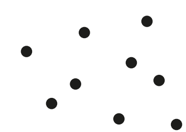
1. Los elementos geométricos son aquellos conceptos primarios que no podemos definir, porque no los podemos referir a otros más sencillos
2. Los elementos geométricos se organizan mediante relaciones
3. Las figuras geométricas están formadas por elementos geométricos relacionados
4. Las figuras geométricas se transforman para formar nuevas figuras

Luego consideraremos los métodos de trazado, y las diferencias asociadas con el uso de diferentes instrumentos

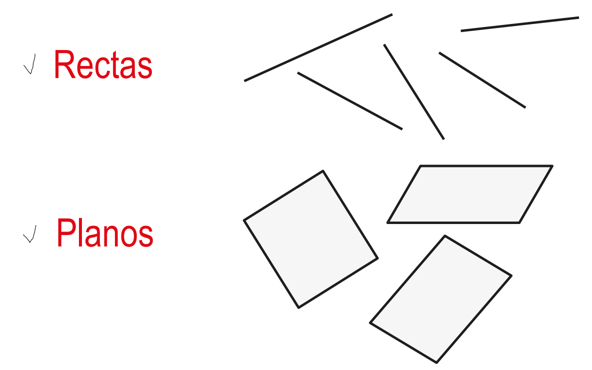
Terminaremos con una breve referencia a la metodología de lugares geométricos

Los elementos geométricos son aquellos conceptos primarios cuya existencia reconocemos de forma axiomática:

- √ Se acepta la existencia de infinitos entes llamados puntos, cuyo conjunto llamamos espacio

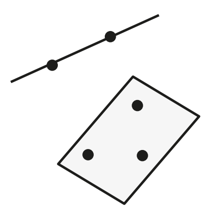


- √ Hay dos grupos de puntos que dan lugar a conceptos primarios que tampoco se definen:
  - √ Rectas
  - √ Planos



Aceptamos como axiomas ciertos enlaces entre los elementos, que son intuitivos y que nos ayudan a delimitar dichos conceptos:

- √ Por dos puntos distintos pasa una recta y solo una
- √ Tres puntos no alineados definen un plano



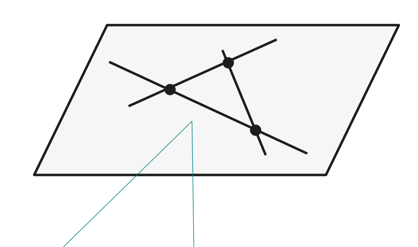
Elementos geométricos

Introducción
Elementos
Relaciones
Figuras
Transformaciones
Trazado
Lugares geom.

Como consecuencia de ciertos axiomas…

- √ Si dos puntos de una recta están contenidos en un plano, todos los demás puntos de la recta están también contenidos en el plano
- √ Una figura es plana si todos sus puntos están contenidos en el mismo plano

…se puede definir la geometría plana como la parte de la geometría que estudia las propiedades y representación de las figuras planas



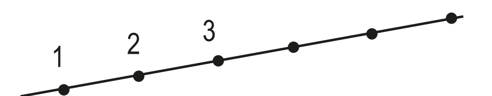
Puesto que no tiene sentido definir planos dentro de un plano, los elementos de las figuras planas quedan limitados a puntos y rectas

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

También aceptamos un axioma de ordenación de la recta:

√ Todos los puntos de una recta se dice que están alineados y ordenados



El orden determina cómo se relacionan tres puntos distintos pertenecientes a una misma recta:

√ Un conjunto de puntos está ordenado linealmente cuando es posible relacionarlos entre sí mediante "preceder" o "seguir"

√ Dados dos puntos distintos A y B de una recta, solo puede ocurrir que A precede a B o, por el contrario, B precede a A

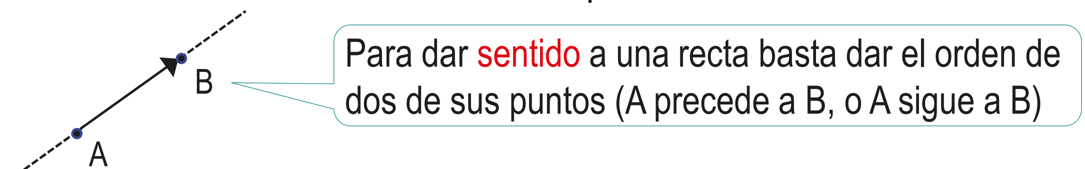
√ La precedencia cumple la propiedad transitiva (si A precede a B y B precede a C, entonces A precede a C)

√ De la misma forma, dados dos puntos distintos A y B de una recta, solo puede ocurrir que A sigue a B o, por el contrario, B sigue a A

√ Cuando un punto B de una recta precede a un punto C y sigue a A, se dice que está entre A y C

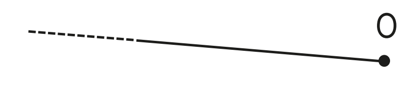
Al considerar la ordenación, aparecen elementos derivados de la recta:

- Una recta orientada es una sucesión de puntos alineados



- Una semirrecta es el conjunto formado por un punto de una recta y todos los que le preceden o le siguen

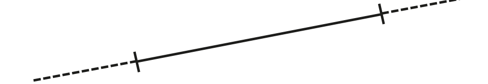
Su "origen"



Una semirrecta es una de las dos partes en las que una recta queda dividida por un punto de la misma

- Un segmento de recta es una porción de una recta comprendida entre dos puntos de la misma

Separados por una distancia finita

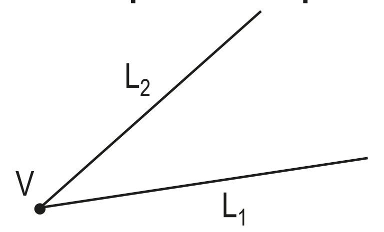


  - Los puntos que delimitan el segmento se denominan vértices o extremos
  - Un segmento con sentido se denomina vector

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Un ángulo es la porción del plano delimitado por dos semirrectas que comparten sus respectivos orígenes



Al origen común se le denomina vértice, y a las semirrectas lados del ángulo

Algunas definiciones vinculadas a los ángulos son:

- El ángulo es nulo si las dos semirrectas coinciden

  Forman parte de la misma recta y tienen el mismo sentido

- El ángulo es llano si las dos semirrectas son opuestas

  Forman parte de la misma recta y tienen sentidos contrarios

- Un ángulo no-nulo y no-llano divide al plano en dos regiones de tal manera que en una y solo una de las regiones es convexa

  Una región es convexa si el segmento determinado por dos puntos cualesquiera de ella está contenido en ella

- La región convexa se llama interior del ángulo y la otra región se llama exterior del ángulo

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

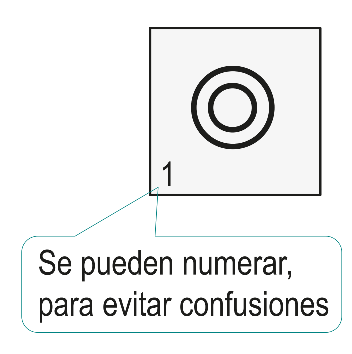
Relaciones: asociativas y métricas

Las *relaciones* son vínculos entre elementos geométricos

O "restricciones"

Se distinguen dos tipos principales de relaciones

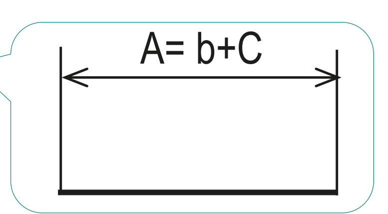
- Asociativas (o *geométricas*), fijan una característica geométrica que vincula diferentes elementos
  - No tienen una representación normalizada
  - Se suelen representar mediante un símbolo ilustrativo encerrado en un cuadrado



Se repite el símbolo junto a cada elemento relacionado

Se pueden numerar, para evitar confusiones

- Métricas (o *dimensionales*), fijan una medida o un parámetro de un elemento
  - Se representan mediante cotas
  - Se distingue entre numéricas y algebraicas, porque en las segundas la cifra de cota se reemplaza por un parámetro o una fórmula



Relaciones: asociativas y métricas



Se distinguen diferentes subtipos de relaciones asociativas:

- √ Pertenencia — Una figura pertenece a otra figura si todos los puntos de la primera son también puntos de la segunda
- √ Incidencia — Una figura incide en otra figura si algunos puntos de la primera son también puntos de la segunda
  - Los puntos comunes forman la intersección
- √ Ordenación — Incluyen la organización del dibujo y los patrones

Las relaciones métricas entre elementos permiten determinar:

- √ Tamaño — Determina lo pequeño o grande que es un elemento
- √ Distancia — Determina lo cerca o lejos que están dos elementos
- √ Posición — Determina la ubicación de un elemento respecto a otro que se toma como referencia
- √ Orientación — Determina la inclinación de un elemento respecto a otro que se toma como referencia

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

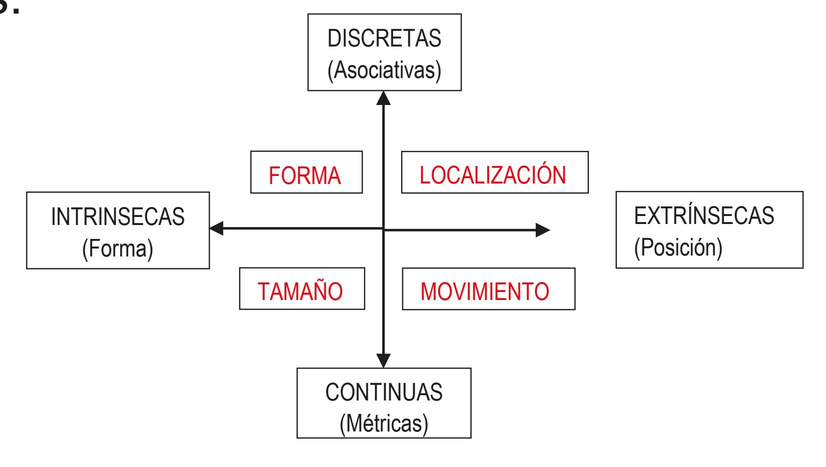
Relaciones (alcance): intrínsecas y extrínsecas

Atendiendo al alcance de la relación, podemos distinguir los tipos de elementos que relacionan:

- √ Intrínsecas, cuando relacionan diferentes elementos de una figura
- √ Extrínsecas, cuando relacionan elementos de una figura con su entorno

Representado habitualmente mediante un Sistema de referencia

El resultado es que se pueden distinguir cuatro grandes tipos de relaciones:

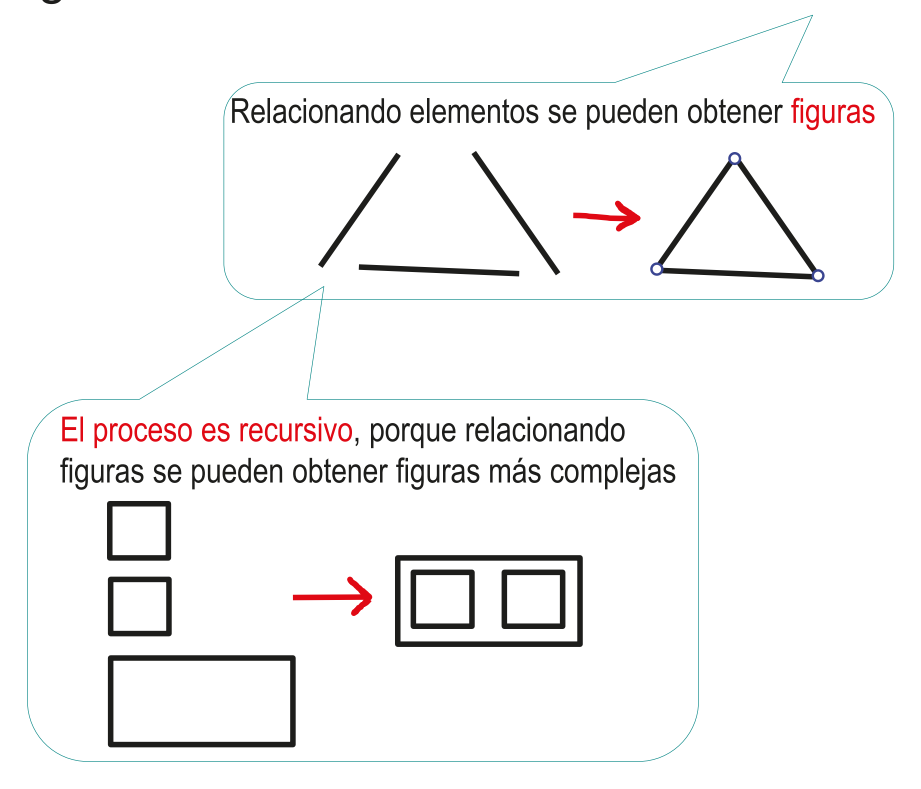




Más detalles sobre relaciones geométricas en 1.0.1

Figuras geométricas

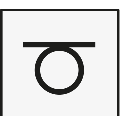
Las figuras geométricas son conjuntos no vacíos de elementos geométricos vinculados mediante relaciones





Más detalles sobre figuras elementales en 1.0.2

También se pueden definir relaciones entre *figuras* geométricas:



- Dos figuras pueden ser iguales en forma y/o tamaño

  Se debe definir con precisión el alcance de toda restricción de congruencia

- Otra restricción común son las tangencias

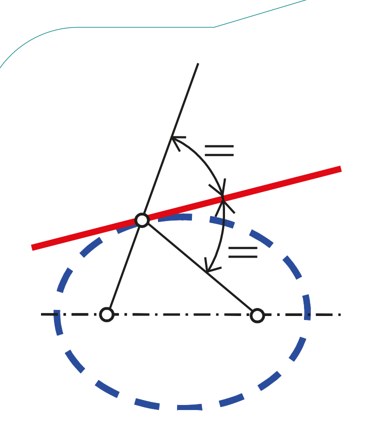
Hay tres tipos de relaciones entre curvas:

- Curvas exteriores son las que no tienen ningún punto en común
- Curvas secantes son aquellas que tienen dos o más puntos en común
- Curvas tangentes son el límite al que tienden las secantes cuando los dos nodos están infinitamente próximos

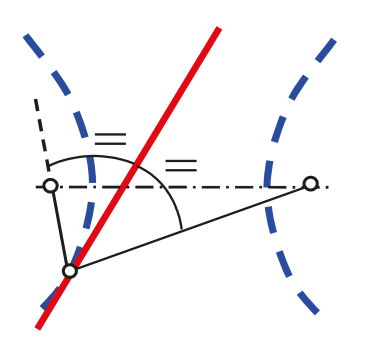
En particular, una de las dos "curvas" puede ser una recta

Hay diferentes casos de tangencia que tiene solución exacta mediante delineación con instrumentos tradicionales…

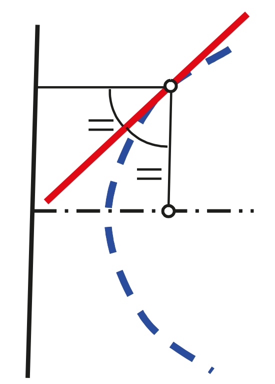
…aunque puede requerir conocimientos avanzados y construcciones geométricas



La tangente en un punto P a la elipse es bisectriz del ángulo que forman un radio vector y la prolongación del otro



La tangente en un punto P a la hipérbola es bisectriz del ángulo que forman los dos radios vectores



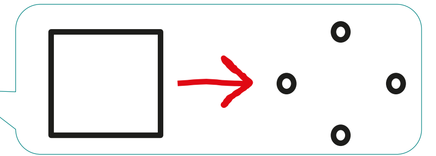
La tangente en un punto P a la parábola es bisectriz del ángulo que forman el radio vector y la perpendicular por P a la directriz (paralela al eje)

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Transformaciones: geométricas

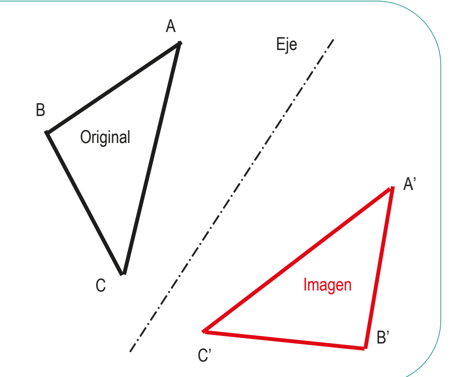
Una transformación geométrica, es una aplicación que convierte una figura en otra



La transformación es homográfica si hace corresponder a cada elemento de una especie, otro elemento de la misma especie

A cada punto del plano (o el espacio) le hace corresponder otro punto del plano (o el espacio)

La figura transformada se dice homóloga



Muchas transformaciones están automatizadas en las aplicaciones CAD, y se usan para edición de figuras geométricas



Más detalles sobre transformaciones en 1.0.3

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

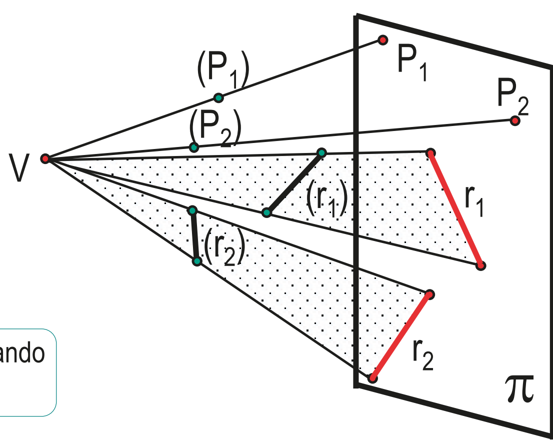
La transformación de proyección convierte una figura 3D en una figura 2D

- La PROYECCIÓN consta de dos pasos:
  - PROYECCIÓN

    Se traza un haz de rectas que une cada punto de la figura original con el *centro de proyección*

  - SECCIÓN

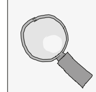
    Se obtienen los puntos de la figura imagen intersectando el haz de rectas por un *plano de proyección*





- La aplicación sucesiva de estas dos operaciones a una figura "original" en 3D da como resultado una figura "imagen" en 2D

$$(\phi) \rightarrow \phi \quad \begin{cases} (\phi) = \{\text{puntos } (P_1), (P_2), ...,(P_n), \text{ rectas } (r_1), (r_2), ...,(r_m)\} \\ \phi = \{\text{puntos } P_1, P_2, ...,P_n, \text{ rectas } r_1, r_2, ...,r_m\} \end{cases}$$



Más detalles sobre proyecciones en 1.0.4

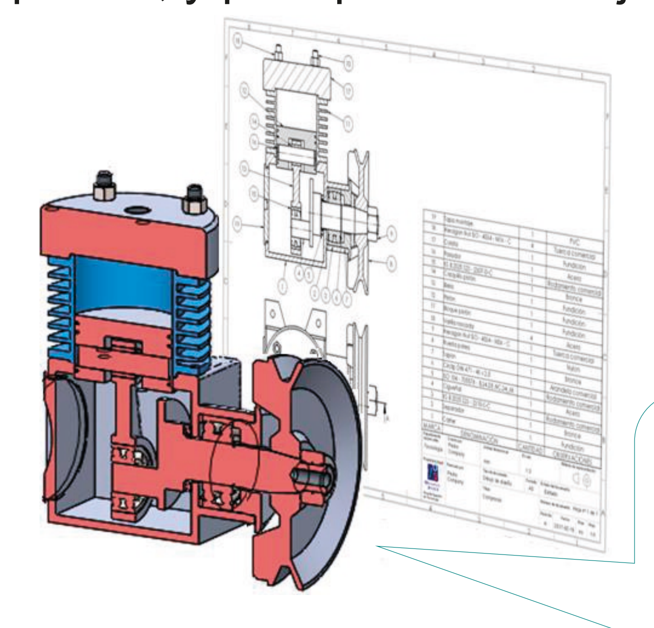
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Transformaciones: de proyección

La transformación de proyección da lugar a vistas que permiten representar objetos tridimensionales mediante figuras planas

Por tanto, la proyección se usa en las aplicaciones CAD 3D para visualizar los modelos tridimensionales en pantallas planas, y para producir dibujos de los modelos



Las vistas pueden incluir solo las aristas y contornos…

…o también colores y sombreados que producen representaciones más realistas

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Hay dos tipos de vistas:

- Ortográficas (UNE-EN-ISO 5456-2)

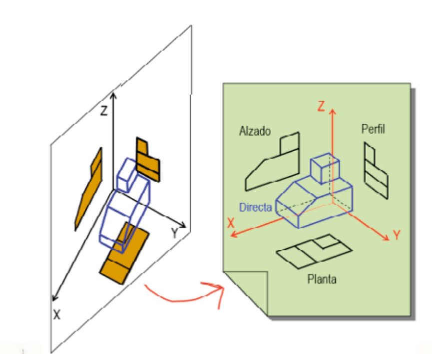
  Facilitan las mediciones y construcciones geométricas



- Pictóricas

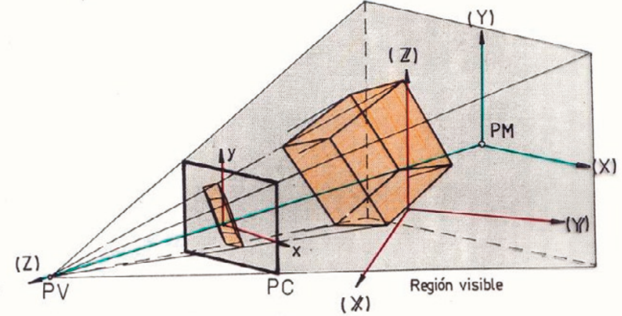
  Facilitan la percepción tridimensional de los cuerpos

  - Axonométrica (UNE-EN-ISO 5456-3)



  - Central (UNE-EN-ISO 5456-4)

    Esta variante de vista pictórica incluye percepción de profundidad



Trazado (representación geométrica)

Los principios de utilización de las técnicas clásicas de *trazado* (también denominado *representación geométrica*) son:

- √ Son válidas todas las figuras que se puedan trazar de forma geométricamente exacta, mediante un instrumento de trazado y/o medición
- √ Son válidas las figuras (generalmente puntos) que se obtienen como intersecciones directas entre figuras exactas
- √ En los dibujos CAD, los instrumentos de trazado clásicos (regla y compás) pueden reemplazarse por instrumentos virtuales que permitan construir una mayor variedad de figuras geométricas exactas

Trazado (representación geométrica)

Con los dos instrumentos básicos se pueden obtener todas las construcciones geométricas, a partir de cinco construcciones elementales

Dos de las construcciones se obtienen directamente con los instrumentos:

- √ Se admite que con una **regla** es posible trazar una recta que pasa por dos puntos cualesquiera
- √ Y es posible prolongar indefinidamente una recta
- √ Se admite que con el **compás** es posible trazar una circunferencia centrada en cualquier punto y de radio arbitrario



Las otras tres construcciones se obtienen por intersección entre figuras:

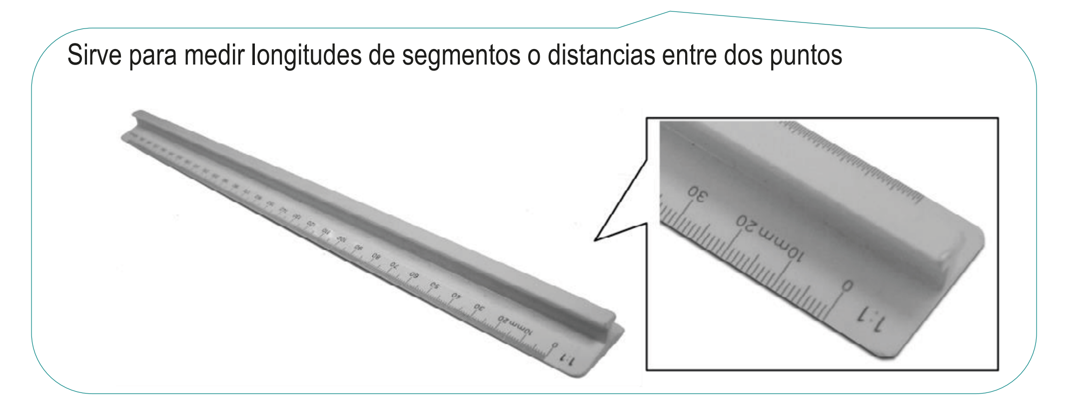
- √ Se puede obtener un punto como intersección de dos rectas
- √ Se puede obtener un punto como intersección de dos circunferencias
- √ Se puede obtener un punto como intersección de una circunferencia y una recta

Trazado (representación geométrica)

Los dos instrumentos de medida básicos son:

√ La regla graduada tiene su borde recto marcado con divisiones iguales a diferentes unidades de medida, usualmente milímetros y centímetros

Sirve para medir longitudes de segmentos o distancias entre dos puntos



√ El transportador de ángulos (o goniómetro) es una plantilla circular, o un sector circular, con su contorno dividido en partes iguales, siguiendo diferentes graduaciones

En la graduación sexagesimal, la circunferencia completa se divide en 360 partes iguales,



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

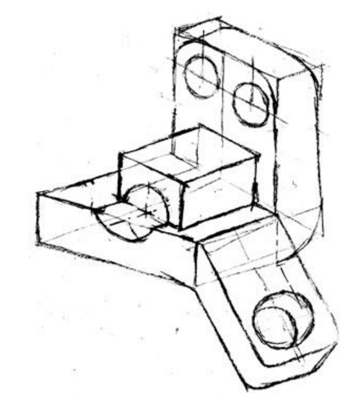
Trazado (representación geométrica)

Las técnicas básicas de trazado cambian en dos situaciones distintas y opuestas:

Cuando se realizan trazados aproximados mediante croquis, porque la precisión del trazado importa menos que la facilidad para comunicar información (aunque sea de manera fragmentada o inexacta)



Cuando se dispone de las facilidades de trazado aumentadas que aportan un ordenador con una aplicación CAD





Más detalles sobre croquis en 1.0.5

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Trazado (representación geométrica)

Los instrumentos tradicionales se amplían en las aplicaciones CAD:

- √ Cualquier instrumento virtual que permita trazar figuras geométricamente exactas es válido
- √ Cualquier instrumento virtual que permita medir con exactitud es válido





Pero el cambio de instrumentos requiere un cambio de hábitos…

…y hay que aprender a relacionarse con el dibujo de otra forma

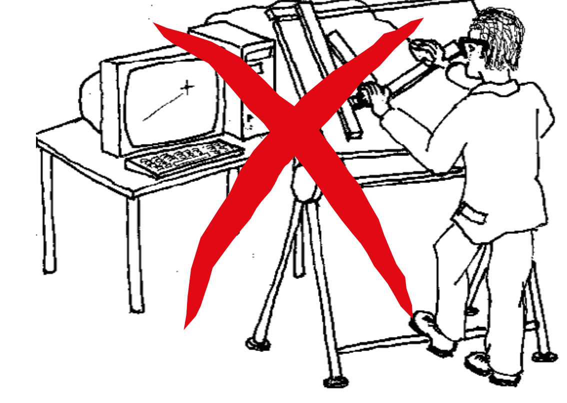


ISBN: 978-84-18432-81-1

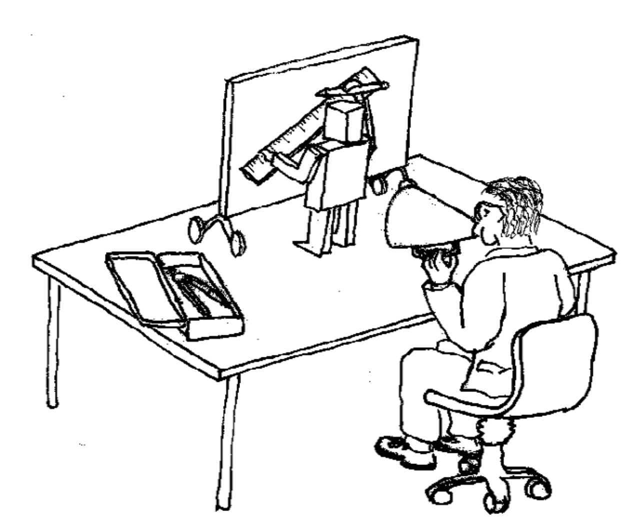
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Trazado (representación geométrica)

Aunque el cambio más drástico con las aplicaciones CAD es que…



…el usuario no debe dibujar…



…debe impartir órdenes a la aplicación CAD, para que sea la aplicación la que realice el dibujo

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

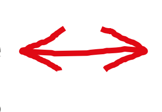
Trazado (representación geométrica)



Las relaciones se añaden al dibujo de forma distinta según el tipo de trazado:

Implícitas ⟷ Explícitas

Con instrumentos de trazado tradicionales (tanto físicos como virtuales), se utilizan construcciones geométricas que garanticen que las figuras trazadas cumplen las relaciones deseadas

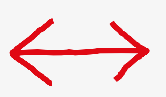


Veremos que con aplicaciones CAD paramétricas, se indican explícitamente las relaciones que vinculan los elementos que conforman la figura

Por ejemplo, para que un extremo de un segmento coincida con un extremo de otro segmento previamente dibujado, se coloca la regla sobre el punto y se empieza a trazar con el lápiz también colocado en dicho punto

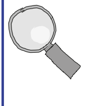
Por ejemplo, para que dos extremos de dos segmentos coincidan, se añade una restricción de coincidencia entre ambos

En los dibujos técnicos trazados de forma tradicional, solo las restricciones dimensionales (cotas) son explícitas



En los trazados CAD de tipo paramétrico, todas las restricciones deben hacerse explicitas

Trazado (representación geométrica)



El dibujo geométrico se dice paramétrico cuando las coordenadas de los vértices no se fijan al dibujar, sino que se usan restricciones geométricas explícitas, para imponer requerimientos a la forma y/o el tamaño de las figuras



Las restricciones explícitas tienen el inconveniente de requerir cálculos para determinar la figura restringida…

…por lo que solo la disponibilidad de aplicaciones CAD las hace viables

El motor geométrico ("kernel") es el software que se encarga de resolver las figuras restringidas

Utiliza una rama de las matemáticas aplicadas y la geometría computacional para obtener algoritmos que describen y resuelven las formas geométricas

Esta rama puede verse como una evolución de la geometría métrica



Pero, las restricciones explícitas aportan dos ventajas principales:

- √ Muestran la intención de diseño
- √ Facilitan la construcción y edición de las figuras

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

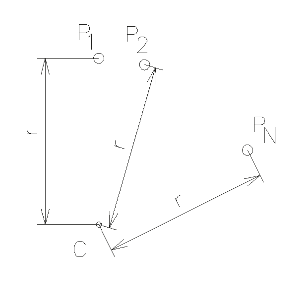
Lugares geométricos

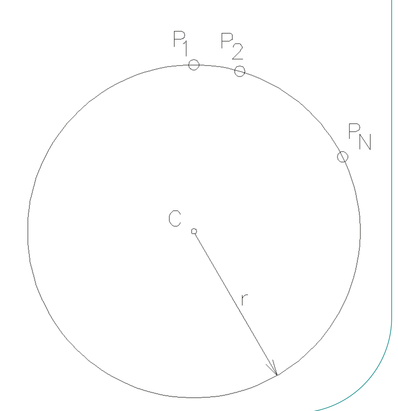
Un lugar geométrico es el conjunto de puntos que poseen una misma propiedad geométrica

Lo habitual es que un lugar geométrico tenga la forma de una figura geométrica

Un lugar geométrico será un conjunto vacío cuando se exija una condición imposible

Por ejemplo, la circunferencia es el lugar geométrico del conjunto de puntos del plano que están a una distancia dada (el radio) de un punto fijo (el centro)





ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

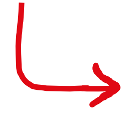
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Lugares geométricos

Introducción
Elementos
Relaciones
Figuras
Transformaciones
Trazado
Lugares geom.

La resolución de muchos problemas geométricos consiste en encontrar figuras que cumplan un conjunto de condiciones

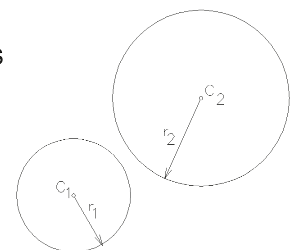
La metodología de lugares geométricos permite encontrar una figura que cumpla una condición

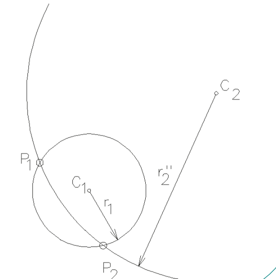


Encontrando tantos lugares geométricos como condiciones queramos imponer, obtendremos un conjunto de figuras, cuya intersección nos dará la solución buscada

Por ejemplo, para encontrar un punto que cumpla simultáneamente estar a una distancia r1 del punto C1 y a una distancia r2 del punto C2, basta trazar una circunferencia de centro C1 y radio r1 (lugar geométrico de los puntos del plano que cumplen la primera condición), y otra circunferencia de centro C2 y radio r2 (lugar geométrico de los puntos del plano que cumplen la segunda condición)

Los puntos de corte de ambas circunferencias son aquellos puntos que cumplen simultáneamente ambas condiciones





ISBN: 978-84-18432-81-1

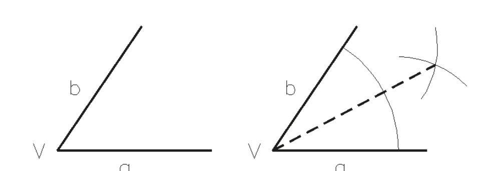
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Algunos ejemplos notables de lugares geométricos son:

- La mediatriz de dos puntos es el lugar geométrico de los puntos del plano que equidistan de ambos

La mediatriz es una recta que pasa por el punto medio del segmento AB y el perpendicular a él

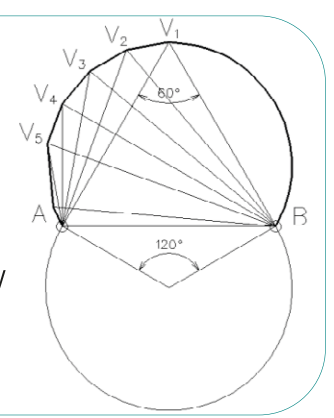
- La bisectriz es la recta que divide un ángulo en dos ángulos consecutivos e iguales



- Arco capaz es el lugar geométrico de los vértices de un ángulo de apertura constante y cuyos lados contienen respectivamente a dos puntos fijos A y B

El interés de éste lugar geométrico proviene de que adopta la forma de arco de circunferencia

Además, se puede utilizar la propiedad de que el ángulo cuyo vértice coincide con el centro del arco y que pasa por A y B (ángulo central) es doble del ángulo inscrito (ángulo que pasa por A y B y tiene su vértice en el arco capaz)



Lugares geométricos



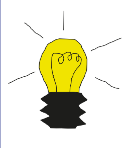
En las aplicaciones CAD, las figuras geométricas se manipulan algorítmicamente

Las figuras geométricas se manipulan mediante técnicas de análisis matemático y álgebra en un determinado sistema de coordenadas (geometría cartesiana), aplicando procedimientos derivados de la geometría analítica

Por tanto, los lugares geométricos se reemplazan por ecuaciones matemáticas

- √ Las relaciones entre elementos geométricos se convierten en ecuaciones matemáticas que expresan las condiciones que debe cumplir un elemento de una figura
- √ Los lugares geométricos se convierten en ecuaciones matemáticas que expresan las relaciones mutuas entre elementos
- √ La intersección entre lugares geométricos se reemplaza por la resolución de los sistemas de ecuaciones

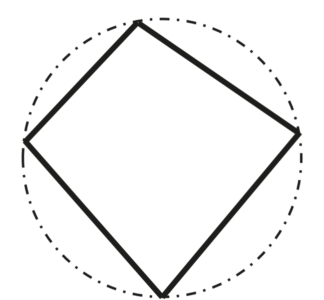
En consecuencia, la metodología de los lugares geométricos ha quedado relegada a método complementario para resolver aquellos problemas geométricos que los motores geométricos de las aplicaciones CAD no pueden resolver directamente



Cabe notar que los lugares geométricos, empleados como figuras auxiliares, ayudan a restringir las figuras geométricas:

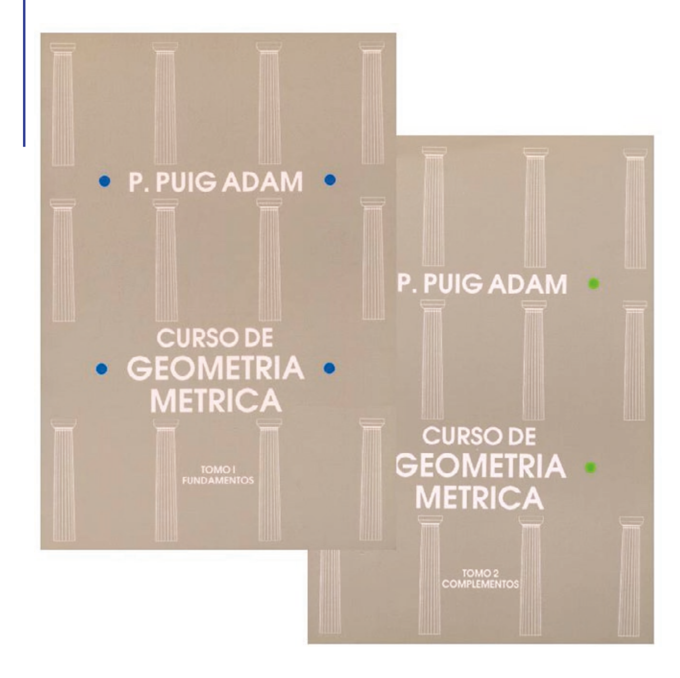
- √ Reducen notablemente el número de restricciones explícitas
- √ Muestran la intención de diseño que persigue el proceso de restricción

Por ejemplo, un polígono inscrito en una circunferencia está más cerca de convertirse en regular…

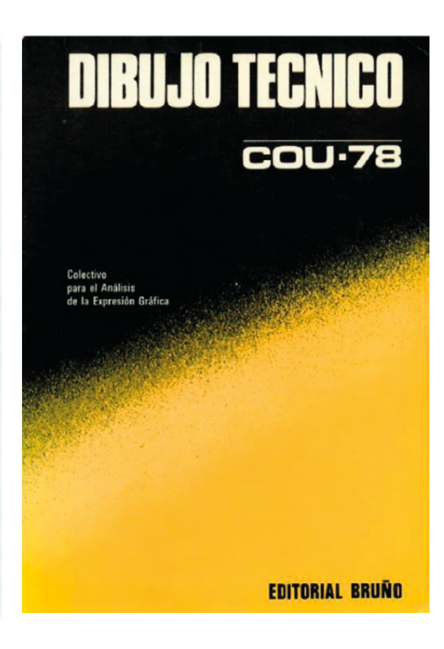


…y muestra dicha intención a través de la propia circunferencia

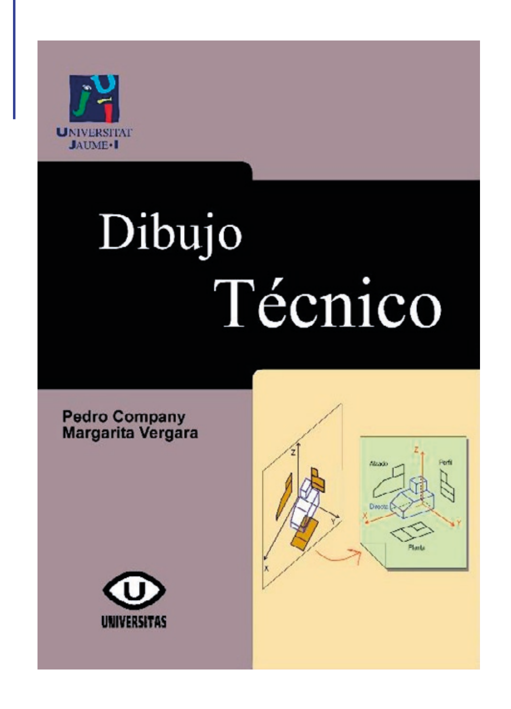
Para repasar

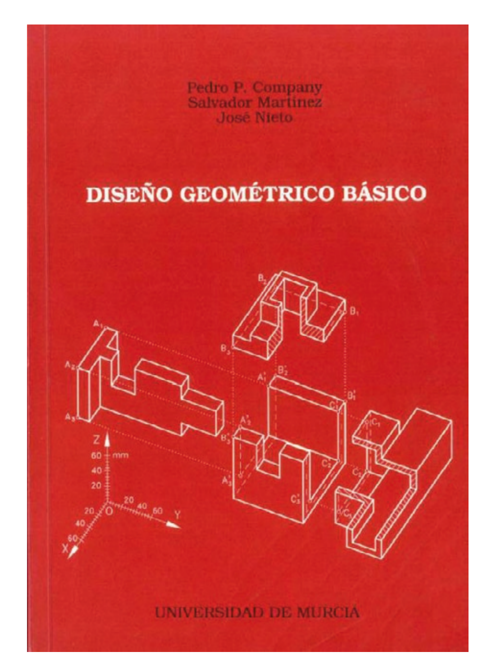


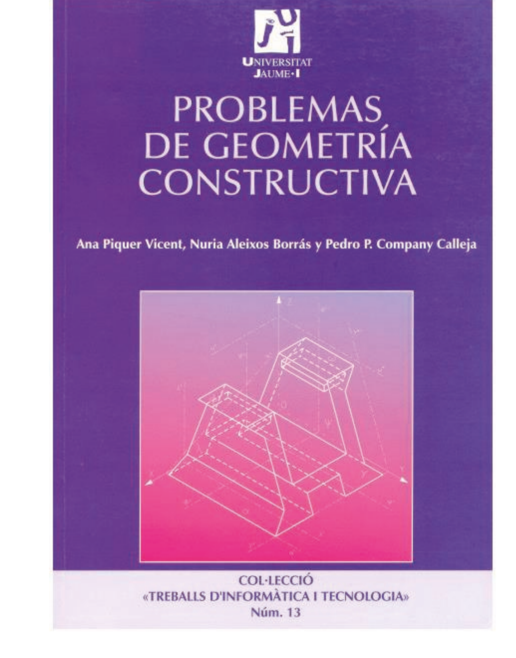




Para repasar







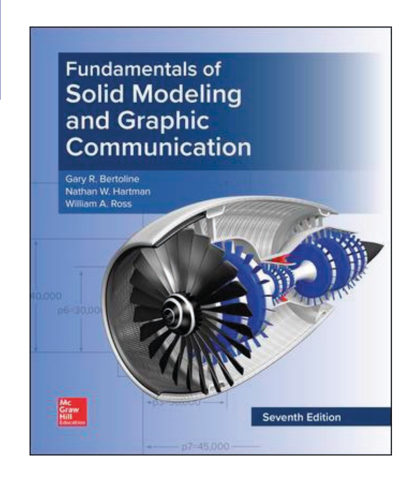
Disponible en:
http://hdl.handle.net/10234/149987

Para aprender más

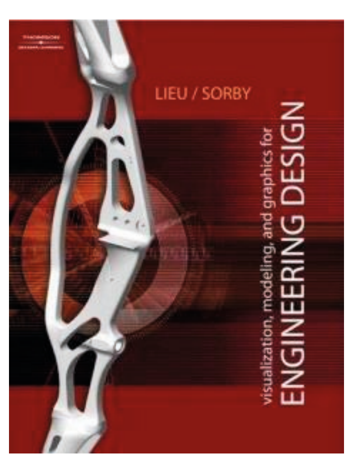
Cualquier buen libro de Geometría Descriptiva



Para aprender más



Section 3.15
Constraining
Profile Geometry
for 3-D Modeling

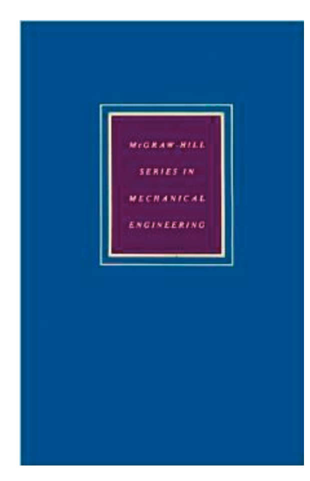


Chapter 6: Solid
Modeling

Section 6.04
Making it Precise



3. Strategie di
modellazioine



Ibrahim Zeid
CAD/CAM Theory and
Practice
McGraw-Hill, 1991

Part II. Geometric
Modeling

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Definición

Las *relaciones* (o *restricciones*) son vínculos entre elementos geométricos

Las *relaciones* entre elementos geométricos aparecen de forma explícita desde la axiomatización de la geometría euclídea desarrollada por Hilbert:

> Concebimos los puntos, rectas y planos en ciertas relaciones recíprocas y expresamos esas relaciones con palabras tales como "estar situado", "entre", "congruente", "paralelo", "continuo".


David Hilbert, *ca.* 1900.

Hilbert D. Fundamentos de la geometría. Textos Universitarioos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 1996.

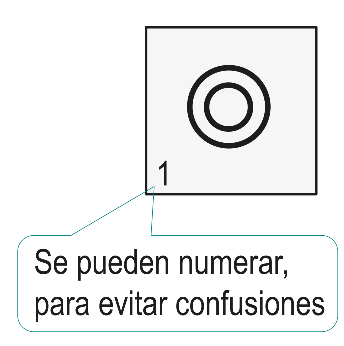
Han adquirido nueva importancia con el *Modelado Basado en Restricciones*

Tipos de relaciones: asociativas y métricas

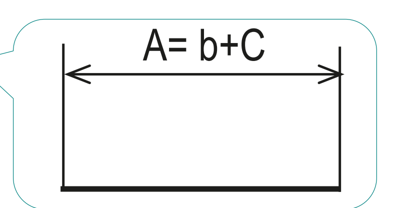
Se distinguen dos tipos principales de relaciones

- Asociativas (o *geométricas*), fijan una característica geométrica que vincula diferentes elementos
  - No tienen una representación normalizada
  - Se suelen representar mediante un símbolo ilustrativo encerrado en un cuadrado

Se repite el símbolo junto a cada elemento relacionado



- Métricas (o *dimensionales*), fijan una medida o un parámetro de un elemento
  - Se representan mediante cotas
  - Se distingue entre numéricas y algebraicas, porque en las segundas la cifra de cota se reemplaza por un parámetro o una fórmula



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tipos de relaciones: asociativas

Definición

Tipos

Asociativas

Métricas

Alcance

Se distinguen diferentes subtipos de relaciones asociativas:

√ Pertenencia

Una figura pertenece a otra figura si todos los puntos de la primera son también puntos de la segunda

√ Incidencia

Una figura incide en otra figura si algunos puntos de la primera son también puntos de la segunda

Los puntos comunes forman la intersección

√ Ordenación

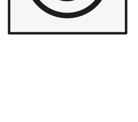
Incluyen la organización del dibujo y los patrones

Tipos de relaciones: asociativas

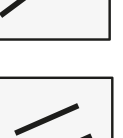
Definición
Tipos
Asociativas
Métricas
Alcance

Las relaciones de pertenencia e incidencia entre elementos del plano dan lugar a:

- Posiciones relativas entre dos puntos:
  - Son coincidentes o idénticos si están en la misma posición
  - Son diferentes si están situados en distinta posición

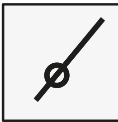


- Posiciones relativas entre dos rectas:
  - Dos rectas que comparten un punto se cortan
  - Dos rectas que comparten dos puntos son colineales, dado que necesariamente comparten todos sus puntos
  - Dos rectas que no comparten ningún punto en común se cruzan



En el plano, solo pueden ser paralelas

- Posiciones relativas entre punto y recta:
  - Un punto pertenece a una recta si coincide con un punto de ella
  - Un punto es exterior a una recta si no coincide con ningún punto de ella



ISBN: 978-84-18432-81-1

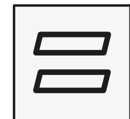
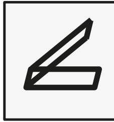
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tipos de relaciones: asociativas

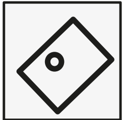
En el espacio, se añaden las relaciones de los planos:

- Posiciones relativas entre dos planos:
  - Son paralelos si no tienen ningún punto en común
  - Se cortan, si tienen una recta común

Se dice que forman ángulo

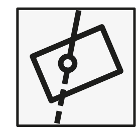
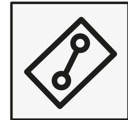
- Posiciones relativas entre punto y plano:
  - Un punto pertenece a un plano si coincide con un punto del mismo
  - Un punto es exterior a un plano si no coincide con ningún punto del mismo



- Posiciones relativas entre recta y plano:
  - La recta es exterior al plano, cuando no tienen puntos en común



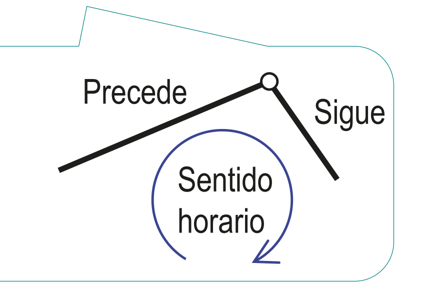
  - La recta corta al plano cuando tiene un único punto en común
  - La recta pertenece al plano cuando tiene dos puntos en común (en cuyo caso, toda la recta está contenida en el plano)

Debe notarse que no sería necesario utilizar un símbolo distinto para cada variante de pertenencia, ya que por el contexto se sabe si es punto/recta, punto/plano o recta/plano

Las relaciones de ordenación más simples (precede, sigue, etc.) suelen estar implícitas en la organización del dibujo, resultante de las restricciones de pertenencia e incidencia

Por ejemplo, dos segmentos que comparten un vértice forman una poligonal abierta en la que un segmento sigue al otro



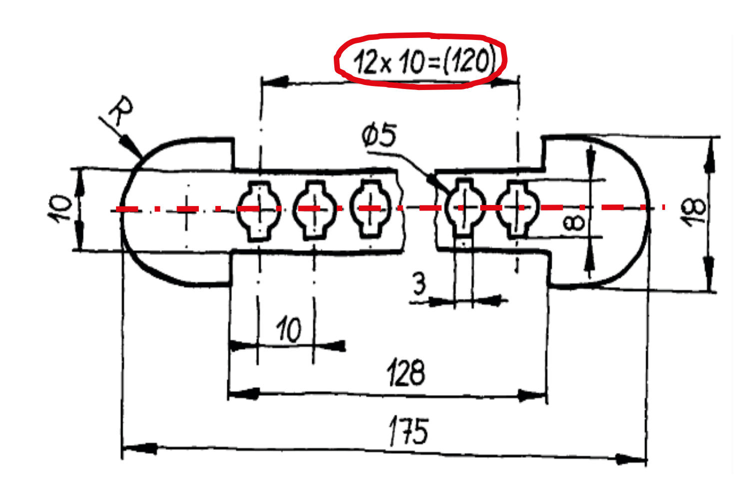
Las relaciones de ordenación más avanzadas son:

- Patrones

  Un conjunto de elementos homogéneos están colocados siguiendo una distribución regular

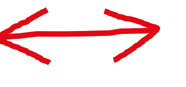
- Simetrías

  Parejas de elementos iguales están colocados en correspondencia de posición respecto a una referencia

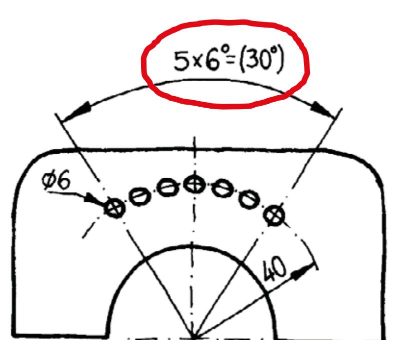


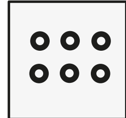
Tipos de relaciones: asociativas

En los dibujos delineados con instrumentos tradicionales, los patrones se declaran mediante anotaciones que sustituyen a la cifra de cota



En los dibujos parametrizados, los patrones se declaran con un icono de patrón junto a los componentes



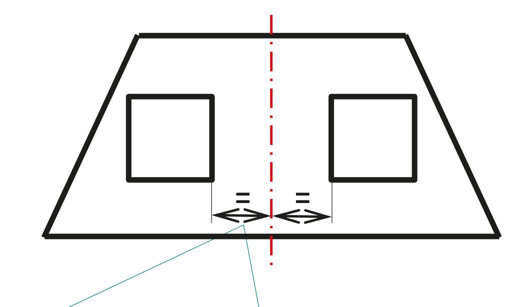


El símbolo suele ir acompañado de una leyenda con los parámetros del patrón

Tipos de relaciones: asociativas

La simetría bilateral se indica representando su eje mediante una línea de trazo y punto

El resto de simetrías se suelen tratar más como transformaciones que como relaciones



Se puede reforzar la indicación de simetría mediante cotas simétricas que reemplazan la cifra de cota por el signo "igual"

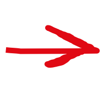
El "alcance" de una simetría es el conjunto de elementos a los que afecta:



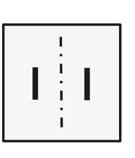
Las simetrías completas afectan a todos los elementos, por lo que nunca son ambiguas



Las simetrías parciales son desaconsejables en los *dibujos tradicionales*, porque no queda constancia explícita de su alcance



Veremos que el problema desaparece en los *dibujos paramétricos*, porque se marcan explícitamente todos los elementos implicados



ISBN: 978-84-18432-81-1

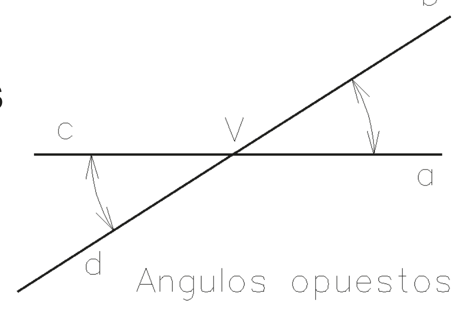
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

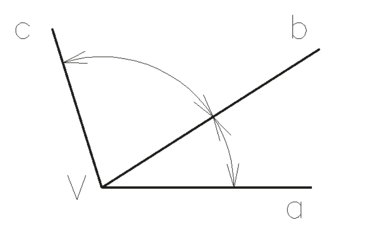
Tipos de relaciones: asociativas

Las relaciones de asociación más importantes entre ángulos son:

- √ Ángulos opuestos son los que tienen el vértice común y los lados de uno de ellos son la prolongación de los lados del otro



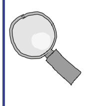
- √ Ángulos consecutivos (o adyacentes) son aquellos que tienen un lado y un vértice comunes



La relación de ordenación se obtiene si establecemos una relación de "preceder" o "seguir" entre ángulos consecutivos

ISBN: 978-84-18432-81-1

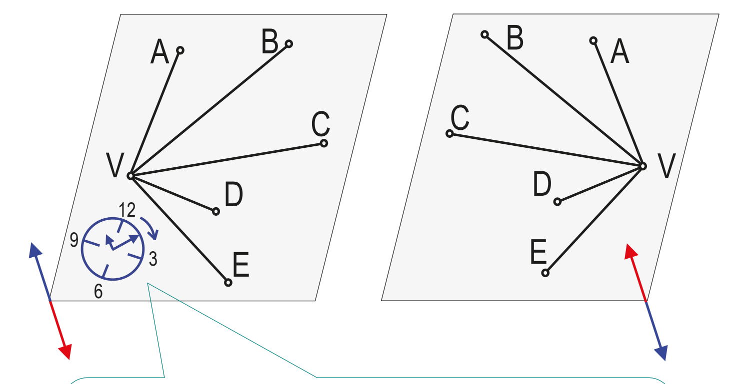
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



Para ordenar elementos dentro de un plano, hay que dar sentido al plano:

Un haz de segmentos es un conjunto de segmentos con diferente orientación y un vértice común…

…los extremos del haz se recorren en el orden A, B, C,… para un sentido, y en orden contrario para el otro sentido



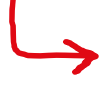
Para diferenciar ambos sentidos, se denomina "horario" el sentido en el que se mueven las agujas de un reloj, y "antihorario" el contrario

Cuando se fija un sentido, se dice que el plano está orientado

O se selecciona un "lado"



Veremos que elegir el sentido correcto del plano es crítico cuando se usa el plano en un entorno tridimensional para dibujar figuras que luego se van a convertir en sólidos mediante procesos de barrido y se van a combinar con otros sólidos



Elegir el sentido equivocado para dibujar la figura inicial puede resultar en un sólido de barrido diferente al deseado

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tipos de relaciones: métricas

Definición

Tipos

Asociativas

Métricas

Alcance

La geometría se dice métrica si incluye las relaciones cuantitativas

Aquellas que determinan la cantidad de veces que una magnitud está contenida en un elemento

Se denomina magnitud a la cualidad del elemento patrón que le hace igualable y sumable a otro elemento del mismo tipo:

- √ Longitud es la magnitud que permite comparar segmentos

  Medir la longitud de un segmento es determinar el número de veces que un segmento unidad está contenido en el segmento dado

- √ Amplitud es la magnitud que permite comparar ángulos

  Cada ángulo tiene asociado un único número real comprendido en un rango arbitrario (el más común es 0-180), al que llamaremos la medida del ángulo

- √ Área es la magnitud que permite comparar superficies

  Se determina el número de veces que un cuadrado unidad puede estar albergado en el interior de una figura

Tipos de relaciones: métricas

- Definición
- **Tipos**
  - Asociativas
  - **Métricas**
- Alcance

Las relaciones métricas entre elementos permiten determinar:

√ Tamaño — Determina lo pequeño o grande que es un elemento

√ Distancia — Determina lo cerca o lejos que están dos elementos

√ Posición — Determina la ubicación de un elemento respecto a otro que se toma como referencia

√ Orientación — Determina la inclinación de un elemento respecto a otro que se toma como referencia

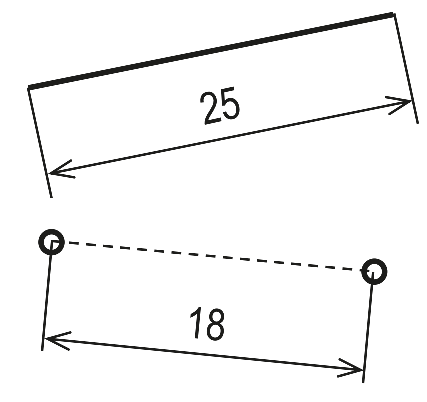
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tipos de relaciones: métricas

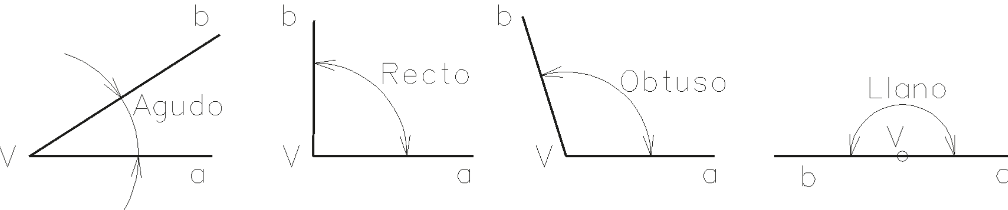
Los tamaños y distancias se representan mediante cotas:

- √ La longitud de un segmento determina su tamaño
- √ La distancia entre dos puntos también es la longitud del segmento que definen



Los ángulos se acotan con un tipo específico de cota, y se pueden clasificar según su tamaño:

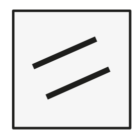
- √ Los ángulos rectos son los que forman entre sí las rectas perpendiculares
- √ Los ángulos menores que los rectos se denominan agudos, y los mayores se denominan obtusos
- √ Un ángulo llano es el que determinan dos segmentos



Tipos de relaciones: métricas

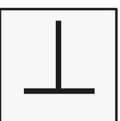
Hay orientaciones entre rectas que tienen importancia especial:

√ Dos rectas se dicen paralelas cuando están contenidas en un mismo plano y no tienen ningún punto en común



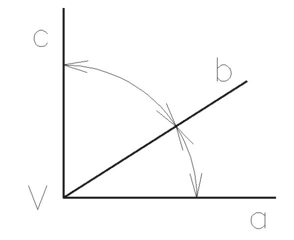
Alternativamente, dos rectas se dicen paralelas cuando tienen la misma dirección, mantienen la misma distancia, o forman un ángulo de cero grados (0°)

√ Dos rectas se dicen perpendiculares cuando están contenidas en un mismo plano y su intersección define dos ángulos adyacentes iguales

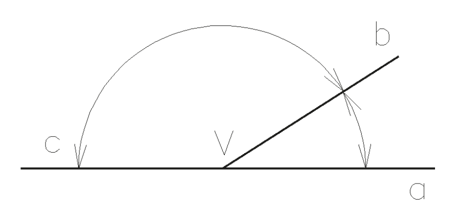


Alternativamente, dos rectas se dicen perpendiculares cuando forman un ángulo recto, de noventa grados sexagesimales (90°)

√ Los ángulos consecutivos se denominan complementarios cuando suman un ángulo recto (90°), y suplementarios cuando suman un ángulo llano (180°)



Angulos complementarios



Angulos suplementarios

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Alcance: relaciones intrínsecas y extrínsecas

Podemos completar la clasificación asociativas/métricas distinguiendo los tipos de elementos que relacionan:

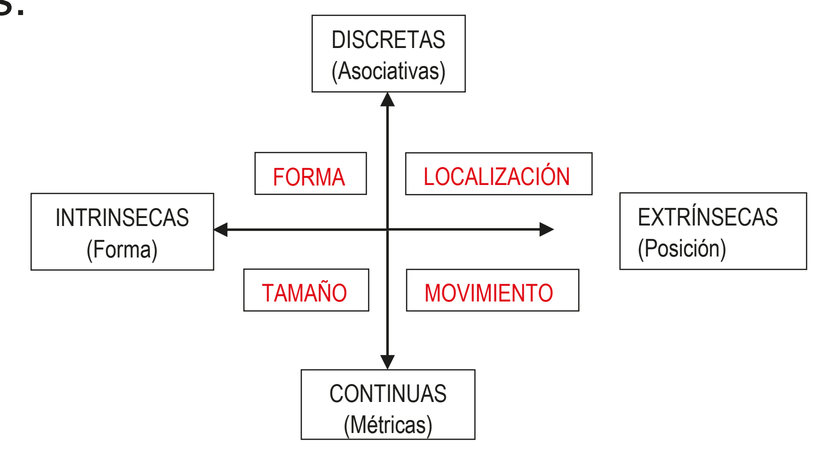
√ Intrínsecas, cuando relacionan diferentes elementos de una figura

Determinan posiciones u orientaciones relativas

√ Extrínsecas, cuando relacionan elementos de una figura con su entorno

Determinan posiciones u orientaciones absolutas

El resultado es que se pueden distinguir cuatro grandes tipos de relaciones:

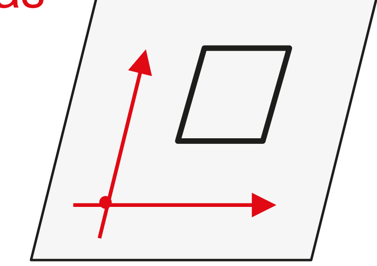


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Alcance: relaciones extrínsecas

Para fijar las relaciones que requieren una referencia extrínseca, se definen sistemas de coordenadas



Conjunto mínimo de elementos de situación que permite definir unívocamente la posición y orientación de cualquier elemento o figura

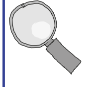
La geometría analítica postula que puede asignarse a cualquier punto en el espacio n-dimensional un conjunto de n números reales (denominados coordenadas), que definen unívocamente la posición de dicho punto

Recientemente, los sistemas de referencia están empezando a denominarse sistemas de datums

Un *Datum* es un punto, línea o plano que solo existe teóricamente, y que se utiliza para referenciar la geometría de un objeto

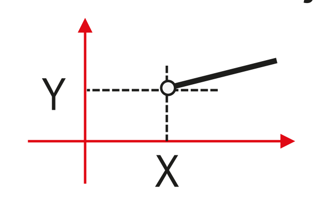
Debe notarse que un *datum* es diferente de una *característica datum* (*Datum Feature*), que es un vértice, arista o superficie *real* de un objeto, sobre la que se localiza un datum teórico

Alcance: relaciones extrínsecas

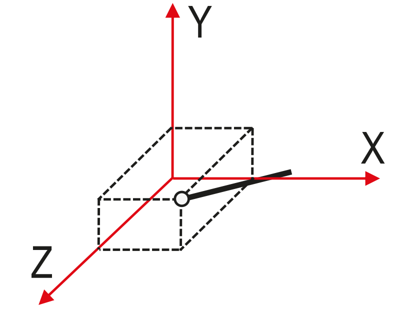


Un elemento está posicionado cuando se fija un punto del mismo

- En el plano, dos coordenadas de su punto fijo definen la localización del elemento

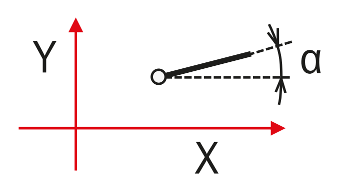


- En el espacio tridimensional necesitamos tres coordenadas para fijar la localización

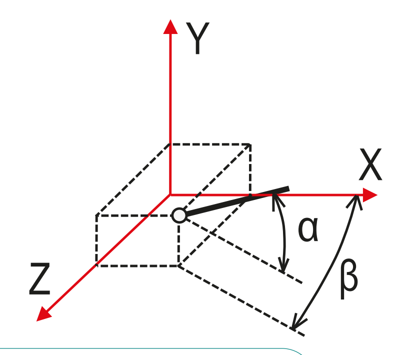


Un elemento está orientado cuando se fijan todas las posibles rotaciones del mismo

- En el plano, un solo ángulo alrededor de un eje perpendicular al punto fijo define la orientación



- En el espacio tridimensional necesitamos dos ángulos para fijar la orientación de una recta



Se necesitan tres ángulos cuando el elemento o figura tiene la posibilidad de rotar sobre sí mismo

Cabe notar que se utilizan diferentes triadas, en función del tipo de aplicación:

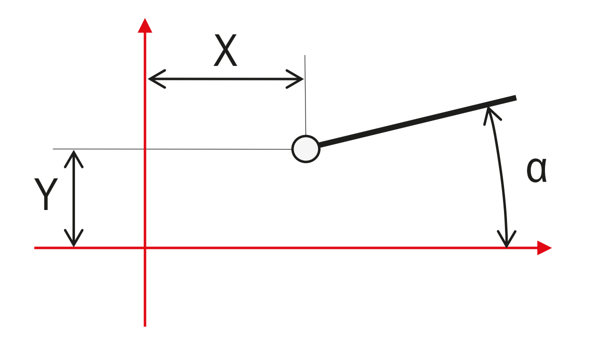
Ángulos extrínsecos (ángulos de Euler)
Ángulos intrínsecos (cabeceo, alabeo y guiñada)
Ángulos mixtos (precesión, nutación y rotación)

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

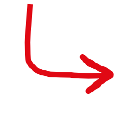
Alcance: relaciones extrínsecas

En las aplicaciones CAD, la posición y la orientación se indican mediante cotas



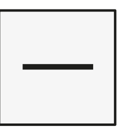
Es recomendable separar claramente las cotas de posición/orientación de las de tamaño y distancia

Las relaciones entre los elementos geométricos y los sistemas de referencia replican la percepción humana

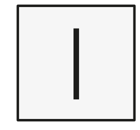


Por tanto, las relaciones métricas extrínsecas principales se definen teniendo en cuenta la orientación humana

- Una recta se dice *horizontal* si tiene la misma dirección que el eje "horizontal" del sistema de referencia



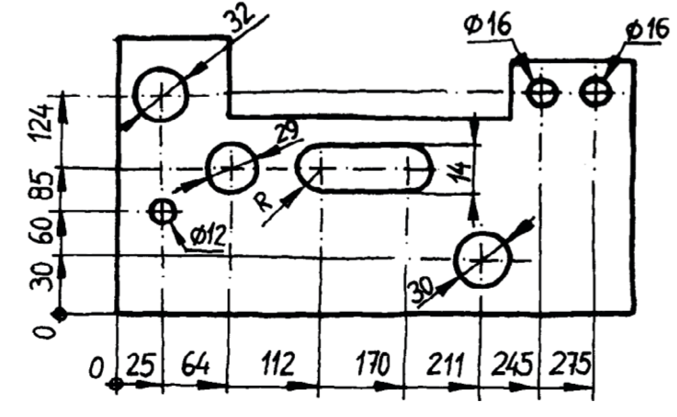
- Una recta se dice *vertical* si tiene la misma dirección que el eje "vertical" del sistema de referencia



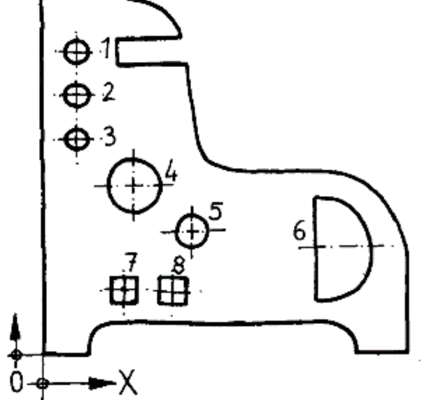
Alcance: relaciones extrínsecas

En dibujo con instrumentos tradicionales existe una metodología específica de acotación mediante coordenadas para posicionar y orientar elementos:

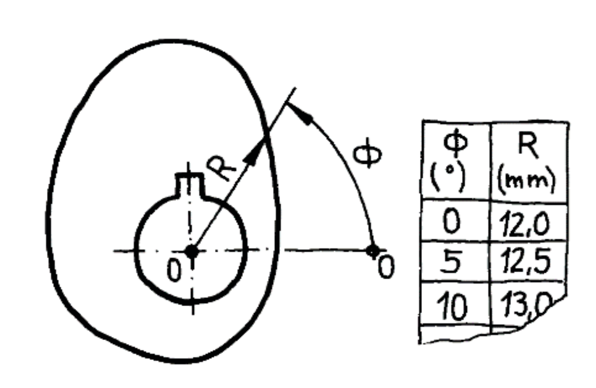
- En la versión más simple se usan cotas en paralelo superpuestas



- En la versión más completa, se marcan los ejes de coordenadas y el origen, y se indican las posiciones mediante una tabla de coordenadas



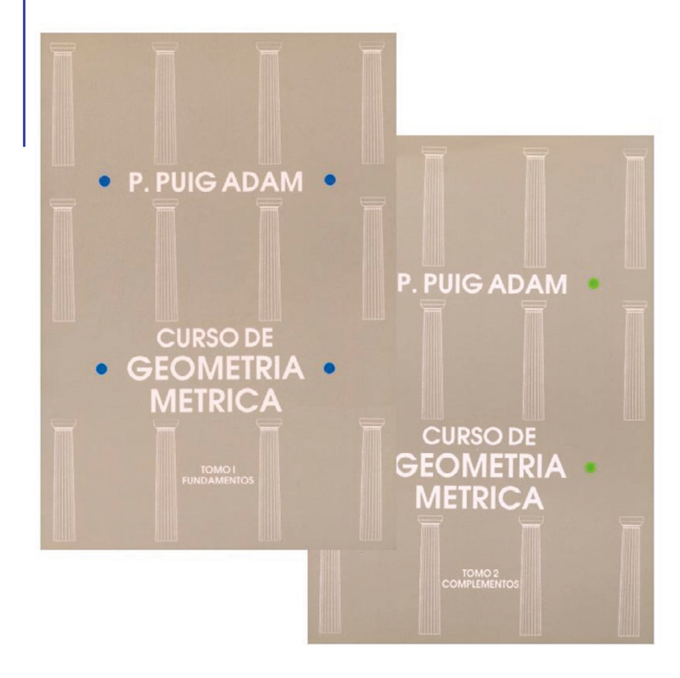
Nº	POSICION X	POSICION Y	DIMENSIONES
1	24	180	Ø 15
2	24	150	Ø 15
3	24	130	Ø 15
4	50	105	Ø 30
5	85	75	Ø 20
6	155	60	Ø 60
7	45	40	□ 20
8	70	40	□ 20



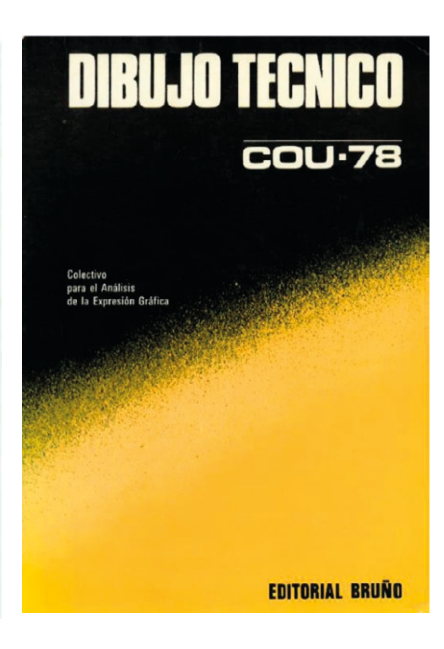
CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

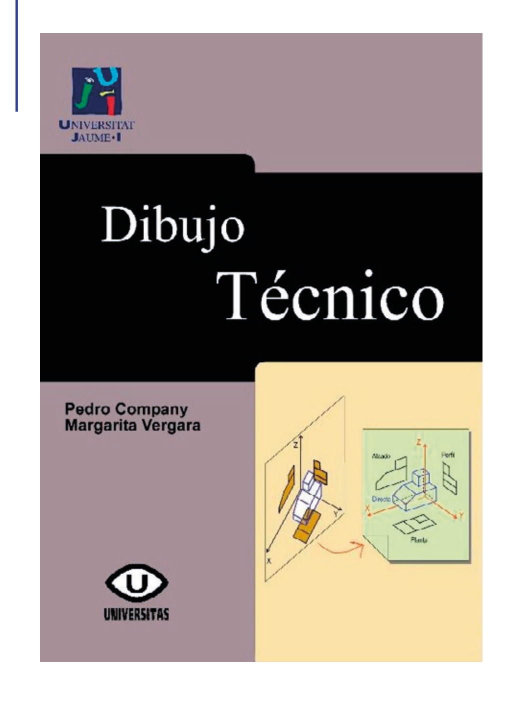
Para repasar



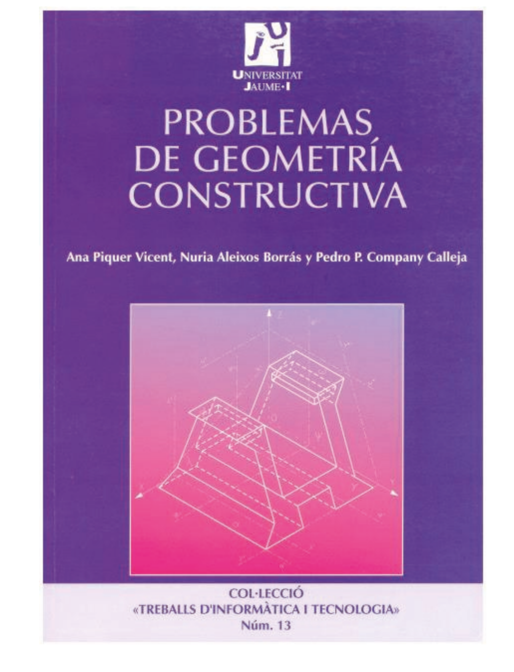




Para repasar







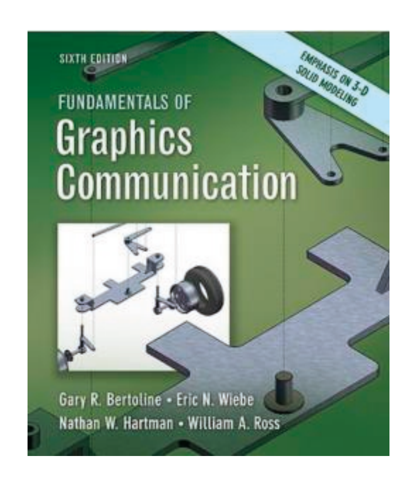
Disponible en:
http://hdl.handle.net/10234/149987

Para aprender más



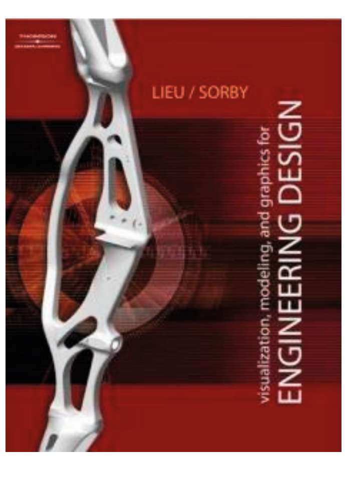
Cualquier buen libro de Geometría Descriptiva

Para aprender más



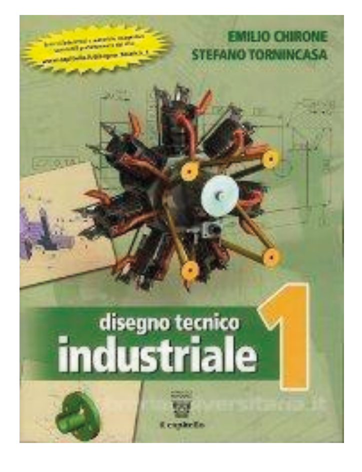
Chapter 3: Engineering Geometry

Section 3.8 Constraining Profile Geometry for 3-D

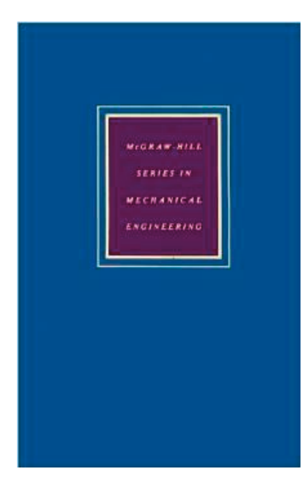


Chapter 6: Solid Modeling

Section 6.04 Making it Precise



3. Strategie di modellazioine



Ibrahim Zeid
CAD/CAM Theory and Practice
McGraw-Hill, 1991

Part II. Geometric Modeling

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Figuras geométricas

Las figuras geométricas son conjuntos no vacíos de elementos geométricos vinculados mediante relaciones

Relacionando elementos se pueden obtener figuras

El proceso es recursivo, porque relacionando figuras se pueden obtener figuras más complejas

Vamos a describir las figuras simples más utilizadas en la geometría plana:

- √ Circunferencia
- √ Polígonos

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Figuras geométricas: circunferencia

La circunferencia es una curva cerrada cuyos puntos están a igual distancia de otro fijo que se llama centro

Los principales elementos notables de una circunferencia son:

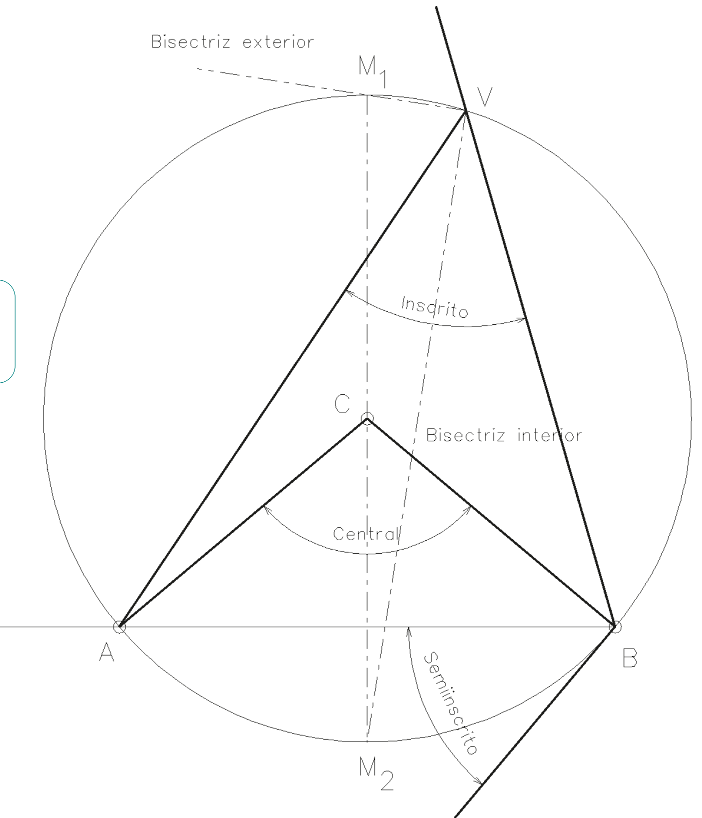
- √ El radio es la distancia que hay entre el centro y cualquier punto de la circunferencia
- √ Arco es una parte de la circunferencia (una circunferencia incompleta)
- √ Una cuerda es un segmento cuyos extremos son puntos de la circunferencia
- √ Un punto es exterior a una circunferencia cuando la distancia del punto al centro es mayor que el radio, y es interior en caso contrario

Los ángulos notables de la circunferencia son:

- Ángulo central es todo aquel formado por dos radios de la circunferencia, es el ángulo del sector circular delimitado por dichos radios
- Ángulo inscrito es el que tiene su vértice sobre la circunferencia, y ambos lados son cuerdas de la misma

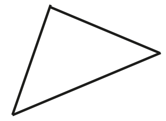
Cuando uno de los dos lados pasa por el centro, dicho lado es un diámetro en lugar de una cuerda

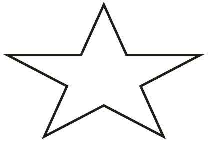
- Ángulo semiinscrito es el que tiene su vértice sobre la circunferencia, uno de sus lados es una cuerda y el otro lado es tangente



Figuras geométricas: polígonos

Un polígono es una figura delimitada por un conjunto finito de segmentos de recta consecutivos, conectados por sus vértices que forman un circuito o cadena cerrada





Los segmentos se denominan lados

Los polígonos se suelen caracterizar topológicamente por el número de lados

La caracterización métrica de los polígonos incluye su grado de convexidad y su regularidad:

- √ Longitud de los lados
- √ Ángulo de los vértices (entre lados consecutivos)
- √ Área, que se define como la parte o fracción del plano delimitado por una figura cerrada

Figuras geométricas: triángulo

Los triángulos son polígonos de tres lados

Un triángulo se traza dibujando los tres segmentos que definen sus lados…

…y restringiendo el extremo final de cada lado para que sea coincidente con el extremo inicial del lado siguiente

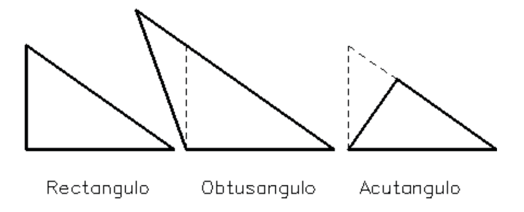
Se pueden clasificar por su lados:

- √ Escaleno, si los tres lados son desiguales
- √ Isósceles, si tiene dos lados iguales
- √ Equilátero, si tiene los tres lados iguales

Escaleno Isosceles Equilatero

Se pueden clasificar por sus ángulos:

- √ Rectángulo, si tiene un ángulo recto
- √ Obtusángulo, si tiene un ángulo obtuso
- √ Acutángulo, si tiene sus tres ángulos agudos



Las principales propiedades métricas de sus ángulos son:

- √ Los ángulos internos de un triángulo suman 180 grados
- √ La suma de dos lados de un triángulo es mayor que el tercero
- √ En un triángulo rectángulo los ángulos que no son rectos son agudos
- √ En un triángulo solo puede haber, a lo sumo, un ángulo obtuso

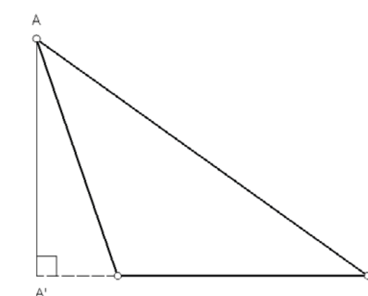
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Polígonos: triángulo

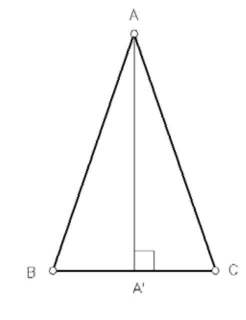
Los elementos más notables de los triángulos son:

√ Altura de un triángulo es la menor distancia entre un lado y el vértice opuesto

Se trata, por tanto, de un segmento de recta perpendicular al lado utilizado como “base”



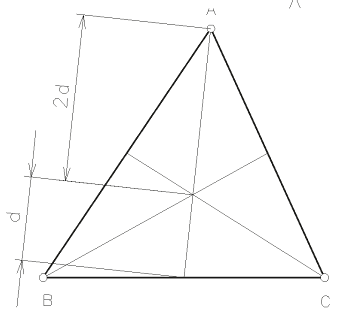
√ Ortocentro es el punto de intersección de las tres alturas



√ Medianas son los segmentos que unen cada vértice con el punto medio del lado opuesto

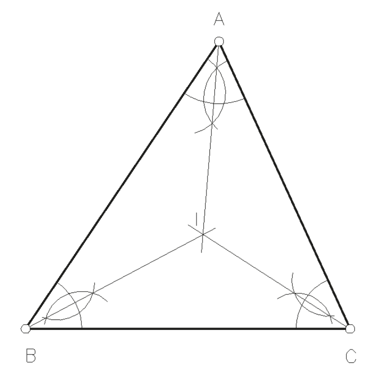
√ Baricentro es el punto de corte de las tres medianas

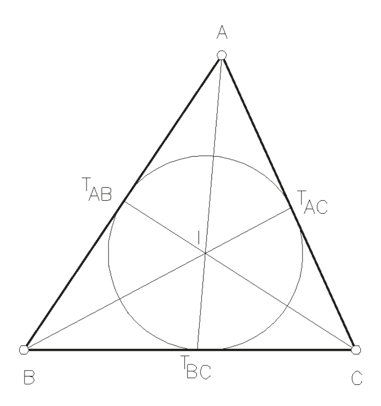
El baricentro divide a cada mediana en dos partes tales que la mayor es doble que la menor



Polígonos: triángulo

√ Las bisectrices de los tres ángulos se cortan en un mismo punto, denominado incentro, que es el centro de la circunferencia inscrita

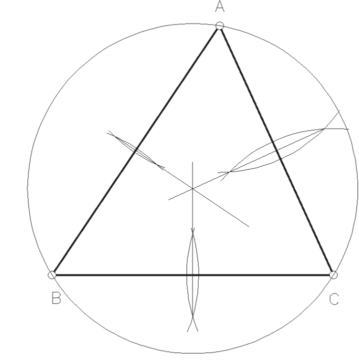


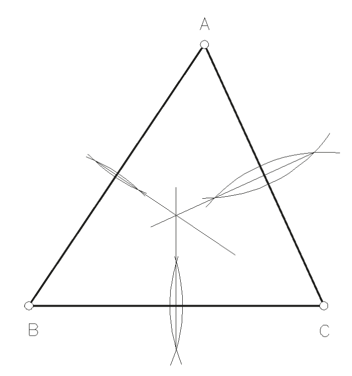


√ La circunferencia inscrita es la circunferencia interior y tangente a los tres lados del triángulo en los puntos de intersección de cada bisectriz con el lado opuesto

√ Circuncentro es el centro de una circunferencia que contiene a los tres vértices

Las mediatrices de los tres lados se cortan en el circuncentro





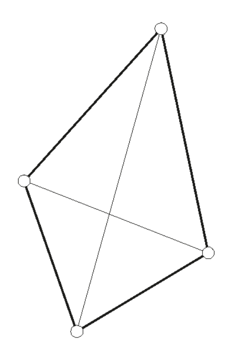
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Polígonos: cuadrilátero

Un cuadrilátero es una figura cerrada compuesta por cuatro segmentos conectados por sus vértices

- Se denominan diagonales a los segmentos que unen vértices alternos



- Un cuadrilátero convexo es el que queda contenido en un mismo semiplano respecto a cada una de las rectas que pasan por cada uno de los cuatro segmentos que lo definen

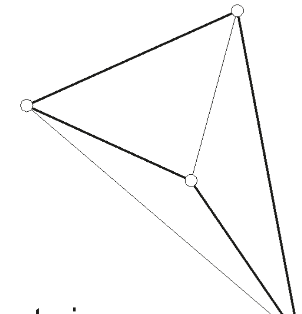
Un cuadrilátero convexo tiene dos propiedades importantes:

- Sus dos diagonales son interiores

  Es decir, que todos los puntos de las diagonales son interiores al cuadrilátero

- Los cuatro ángulos interiores suman 360°

  Porque cualquiera de sus diagonales los descompone en dos triángulos, cuyas sumas de ángulos son iguales a 180°

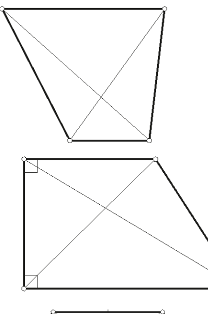


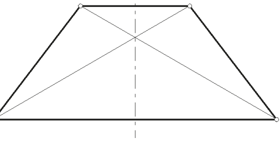
- Un cuadrilátero cóncavo es el que no posee la propiedad anterior

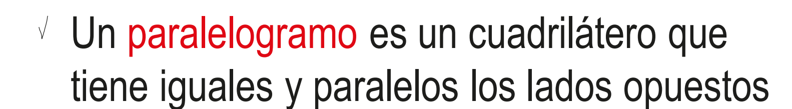
Figuras
Circunferencia
Polígonos

Algunos tipos particulares de cuadriláteros tienen denominaciones propias:

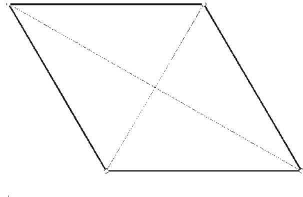
- Un trapecio tiene un par de lados paralelos
  - Se denominan bases a los lados paralelos
  - Se denomina altura a la distancia entre bases
  - Un trapecio rectángulo es aquel en el que uno de los lados no básicos es perpendicular a las bases
  - Un trapecio simétrico, o isósceles, es aquel cuyos lados no básicos son iguales



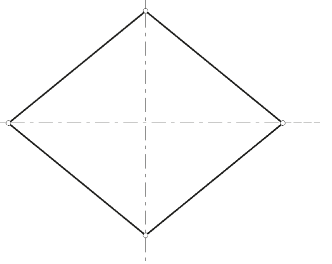




- Un paralelogramo es un cuadrilátero que tiene iguales y paralelos los lados opuestos
  - Se denominan alturas a las distancias entre lados opuestos



- Un rombo es el paralelogramo que tiene los cuatro lados iguales



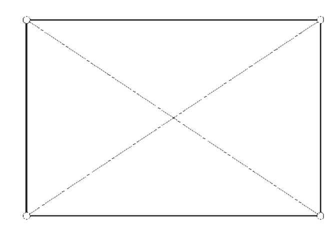
Polígonos: cuadrilátero

Figuras

Circunferencia

Polígonos

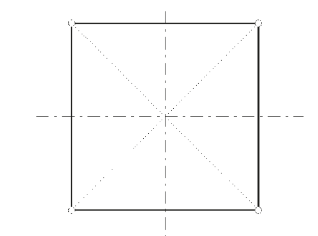
√ El rectángulo es un polígono de cuatro lados iguales dos a dos (los lados opuestos son iguales), y todos sus ángulos son iguales



√ Los lados opuestos de un rectángulo son paralelos e iguales

√ Las diagonales de un rectángulo se interceptan formando pares de ángulos opuestos iguales

√ El cuadrado una figura plana limitada por cuatro segmentos, de forma tal que sus lados y sus ángulos son todos iguales entre sí



Es decir, que el cuadrado es un caso particular de rectángulo en donde sus cuatro lados son iguales

√ Las diagonales de un cuadrado forman ángulos iguales de 90°

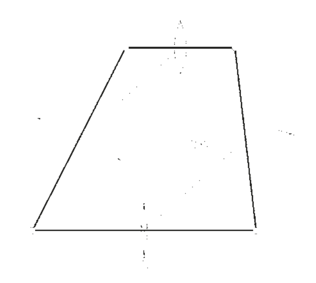
√ Cada diagonal de un cuadrado lo divide en dos triángulos isósceles

√ Los cuadrados tienen dos diagonales iguales

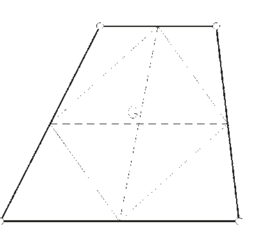
√ El ángulo formado las dos diagonales de un cuadrado es de 90°

Polígonos: cuadrilátero

Algunos cuadriláteros tiene asociados otros cuadriláteros:



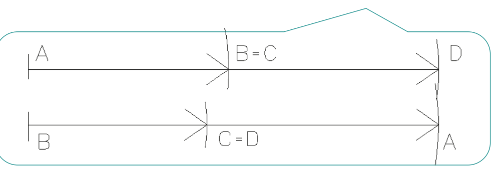
- √ Los puntos medios de los lados de un cuadrilátero definen un paralelogramo



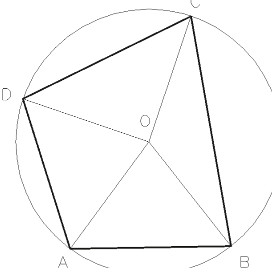
- √ El punto medio de un cuadrilátero es el punto de corte de los segmentos que unen los puntos medios de los lados opuestos (diagonales del paralelogramo)

Algunos cuadriláteros tiene asociada alguna circunferencia notable:

- √ Los cuadriláteros que tiene iguales las sumas de los lados opuestos son circunscriptibles, es decir, que se puede trazar una circunferencia tangente a sus cuatro lados



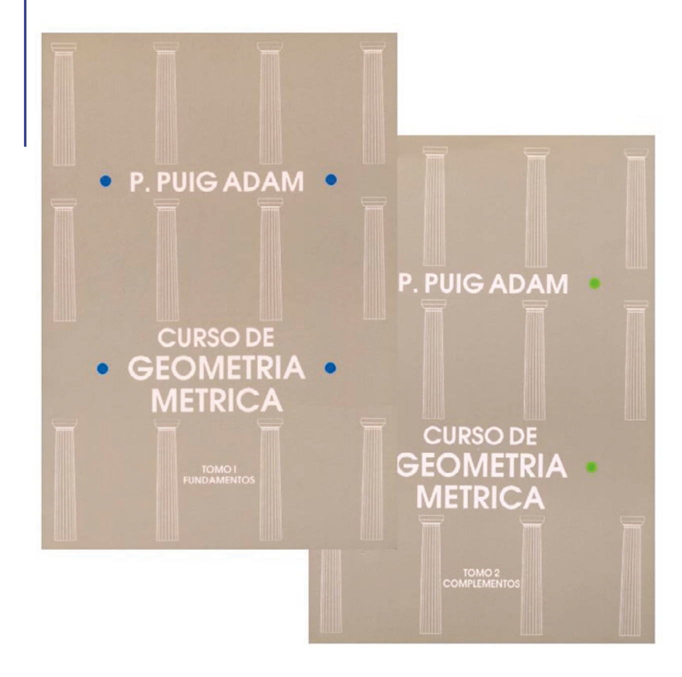
- √ Solo son inscriptibles (existe una circunferencia que contiene a los cuatro vértices) aquellos cuadriláteros cuyos ángulos opuestos son suplementarios



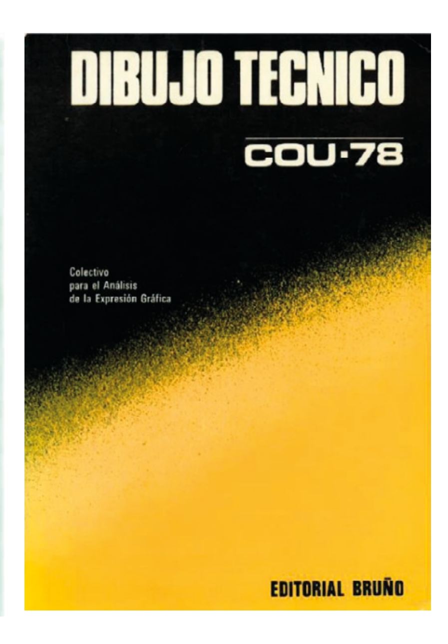
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

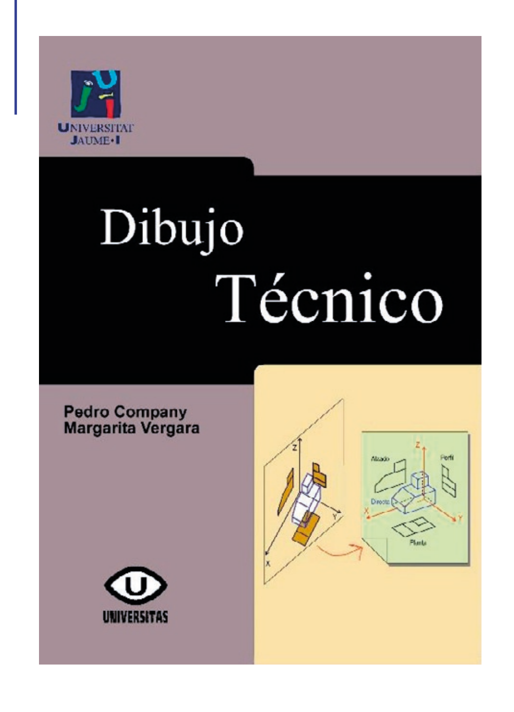
Para repasar

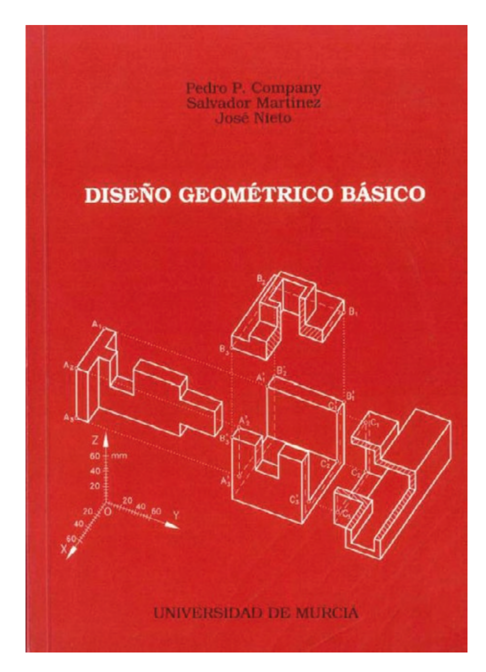






Para repasar





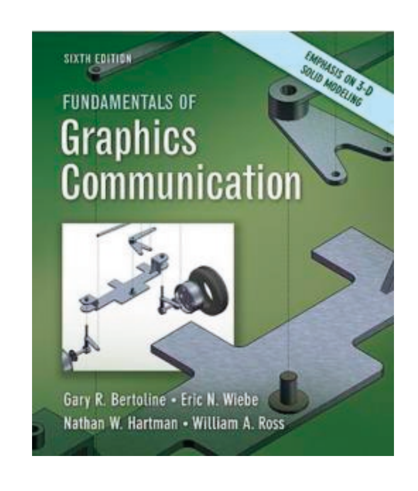


Para aprender más

Cualquier buen libro de Geometría Descriptiva

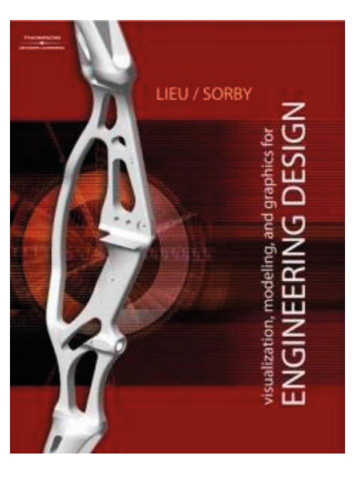


Para aprender más



Chapter 3: Engineering Geometry

Section 3.8 Constraining Profile Geometry for 3-D

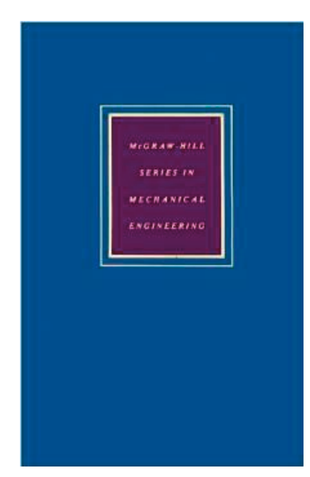


Chapter 6: Solid Modeling

Section 6.04 Making it Precise



3. Strategie di modellazioine



Ibrahim Zeid
CAD/CAM Theory and Practice
McGraw-Hill, 1991

Part II. Geometric Modeling

Introducción

Una transformación geométrica, es una aplicación que convierte una figura en otra

Hay diferentes tipos de transformaciones:

- √ La transformación es homográfica si hace corresponder a cada elemento de una especie, otro elemento de la misma especie

  A cada punto del plano (o el espacio) le hace corresponder otro punto del plano (o el espacio)

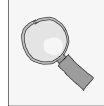
  La figura transformada se dice homóloga

  ↔ Las transformación se denomina correlación si establece correspondencia ente elementos de diferente especie

  La figura transformada se dice correlativa

- √ La transformación es plana si tanto la figura original como la imagen son planas

- √ La transformación es proyección si convierte una figura 3D en una figura 2D



Más detalles sobre proyecciones en 1.0.4

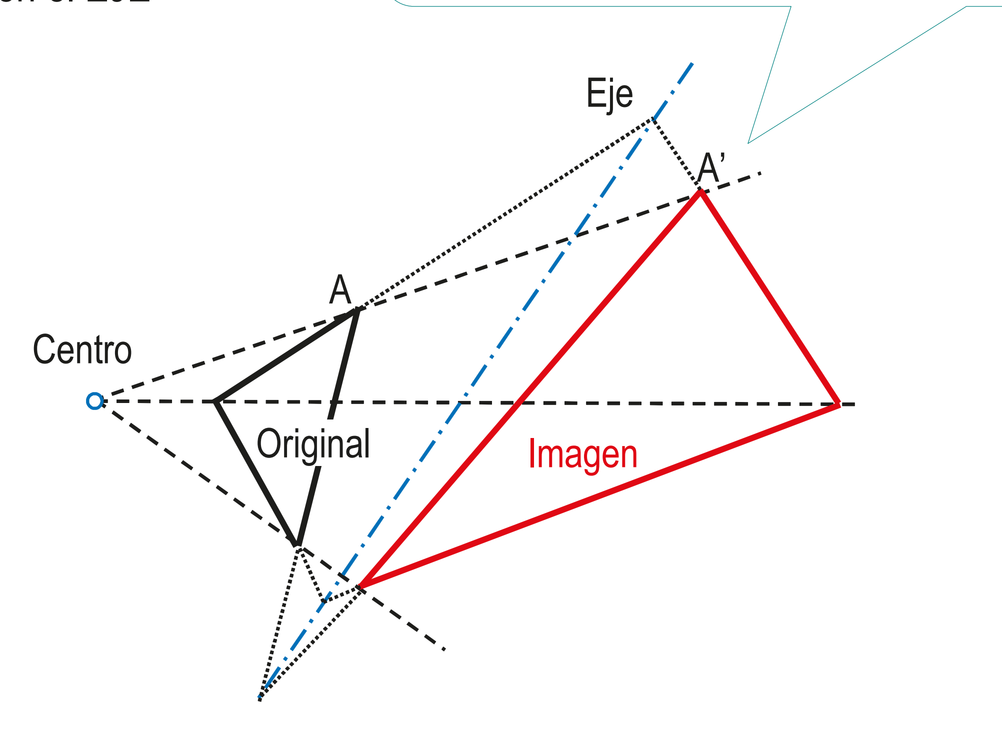
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

La homología es una transformación homográfica que cumple:

- √ Los puntos homólogos están alineados con el CENTRO
- √ Las rectas homólogas se cortan en el EJE

Debe notarse que los elementos definitorios de una homología son el eje, el centro *y un par de puntos homólogos*



ISBN: 978-84-18432-81-1

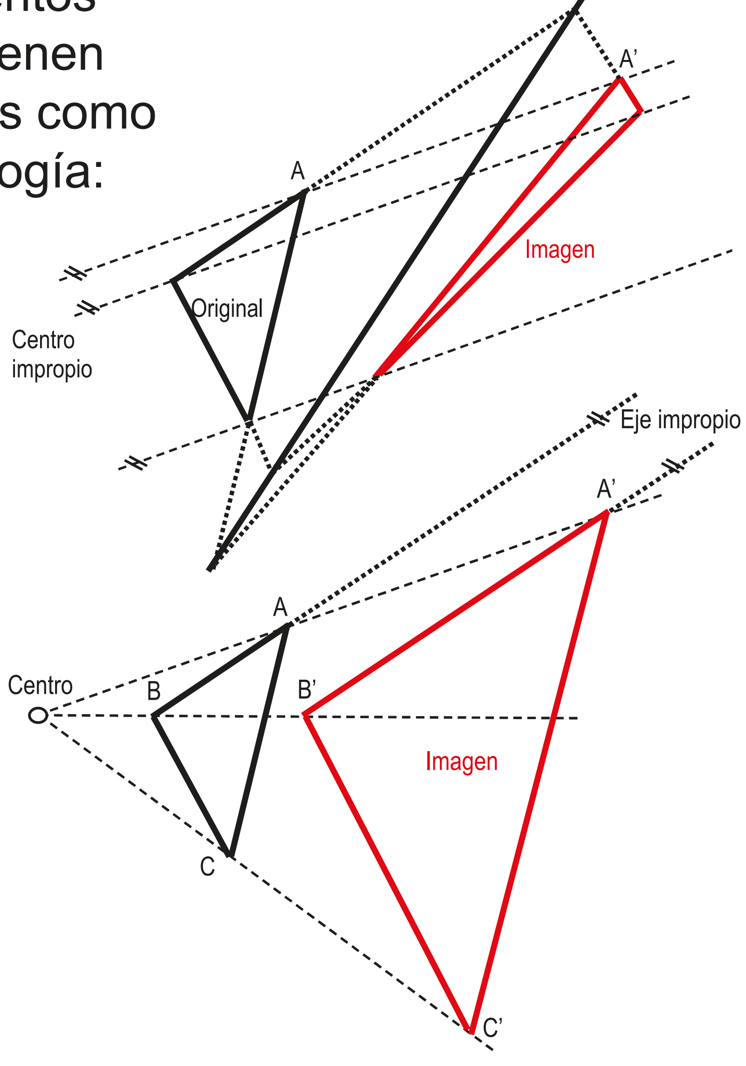
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Homologías

Si nos centramos en los elementos definitorios, vemos que se obtienen muchas transformaciones útiles como casos particulares de la homología:

- √ Si utilizamos un "centro impropio", es decir, si las rectas que unen puntos homólogos son paralelas (se cortan en el infinito), obtenemos las transformaciones afines

- √ Si utilizamos un "eje impropio", es decir, si las rectas homólogas son paralelas (se cortan en el infinito), obtenemos la homotecia



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Si atendemos a las propiedades de las figuras transformadas, obtenemos diferentes tipos en función de los *invariantes*:

Las propiedades de una figura que persisten frente a una transformación

- √ Las transformaciones son isométricas si conservan la forma y las medidas (distancias, ángulos y áreas)
- √ Las transformaciones son isomórficas si conservan la forma y las medidas son proporcionales

Se entiende por conservar la forma (o ser topológicamente equivalentes) tener los mismos elementos (puntos y líneas) y las mismas relaciones (estar conectados de la misma forma)

Pero se distinguen dos tipos de transformaciones, dependiendo de si se conserva el sentido:

- √ Las transformaciones son directas si conservan el sentido del plano orientado
- √ Las transformaciones son inversas en caso contrario

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Podemos clasificar las transformaciones en dos tipos principales:

- √ Los movimientos son transformaciones isométricas que producen figuras congruentes

Los movimientos conservan forma y tamaño

- √ Las homotecias son transformaciones isomorfas que producen figuras semejantes

Las homotecias conservan forma y producen tamaños "escalados"

Además, hay que tener en cuenta que se pueden obtener transformaciones por combinación o producto de otras transformaciones

Los movimientos rígidos son transformaciones isométricas:

- √ Las figuras son topológicamente equivalentes

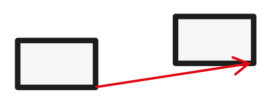
  Es decir, tienen los mismos elementos conectados de la misma forma

- √ Las líneas imagen son iguales a las originales
- √ Los ángulos imagen son iguales a los originales
- √ El área de la figura imagen es igual a la de la original

Los dos tipos principales de movimientos rígidos son:

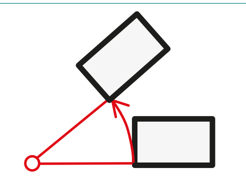
- √ Traslación

  Todos los puntos de la figura original se desplazan en la misma dirección y la misma longitud



- √ Rotación

  Todos los puntos de la figura original giran el mismo ángulo alrededor de un mismo punto fijo

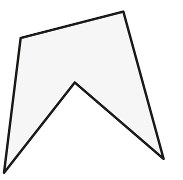


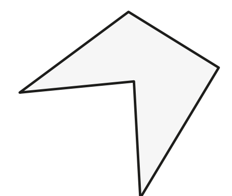
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



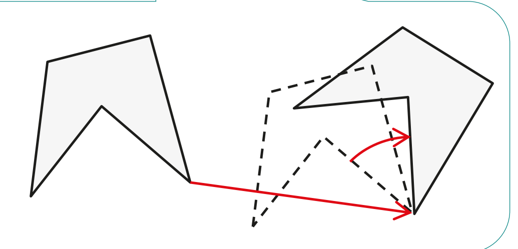
Dos figuras son congruentes cuando coinciden todas sus características formales y métricas





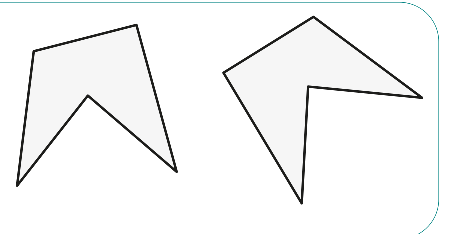
Por semejanza con la igualdad de los números, dos figuras congruentes se suelen denominar “iguales”

Entre dos figuras congruentes siempre existe una isometría, o producto de isometrías, que superpone una sobre la otra



Según la definición más estricta, dos figuras solo pueden ser congruentes cuando tienen el mismo sentido en el plano

Una figura plana deja de ser congruente con ella misma, al cambiar el sentido del plano que la contiene



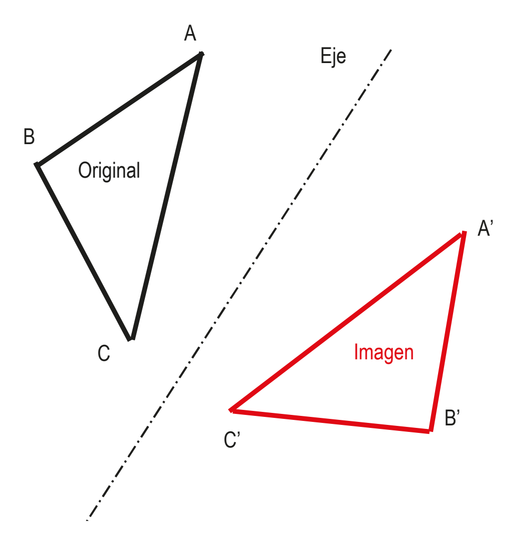
Pero con una interpretación más amplia, se acepta que existe congruencia directa e inversa

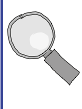
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Movimientos

Si se acepta cambio de sentido, la simetría bilateral puede incluirse entre los movimientos rígidos

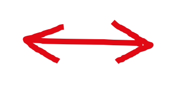
- √ Todos los movimientos conservan las relaciones de incidencia y ordenación de los puntos
- √ Los movimientos directos (traslaciones y giros) mantienen el sentido en el plano
- √ Los movimientos inversos (simetría bilateral) invierten el sentido en el plano



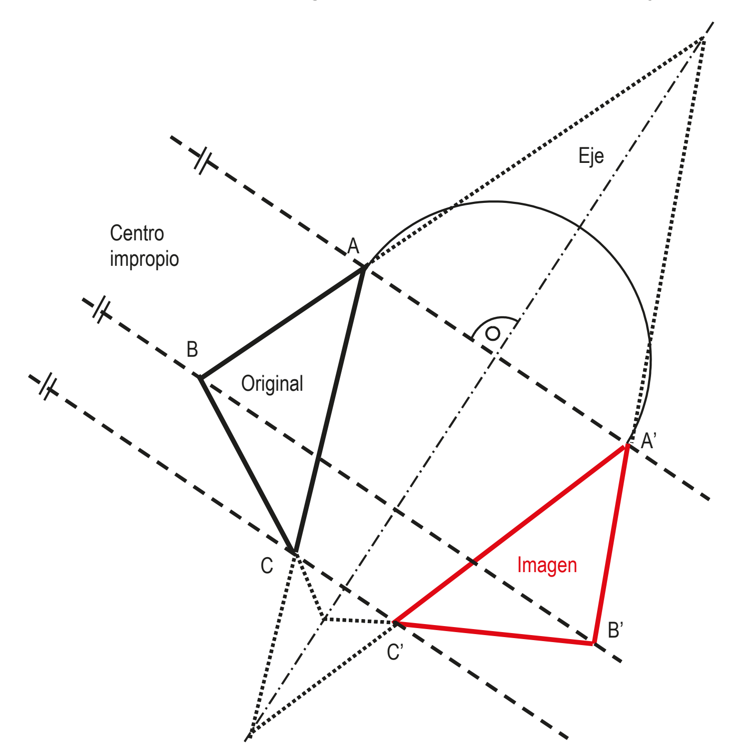


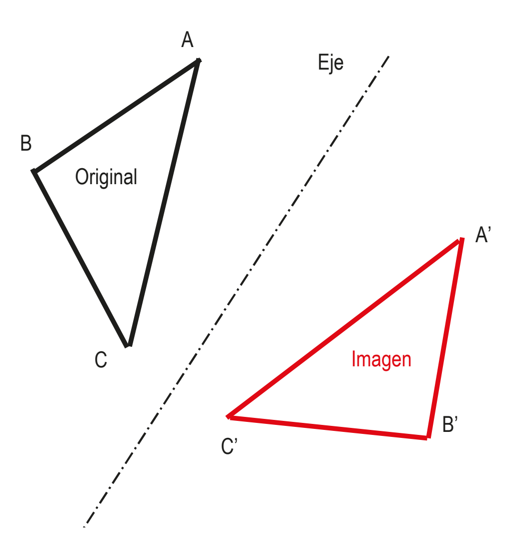
La simetría bilateral puede clasificarse como afinidad o como movimiento

Por procedimiento constructivo, es una homología afín, en la que la dirección de afinidad es perpendicular al eje de homología y los puntos homólogos son equidistantes del eje



Por invariantes, es un movimiento en el que se conserva la forma y el tamaño, aunque cambia el sentido





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Homotecias

Introducción

Homologías

Movimientos

Homotecias

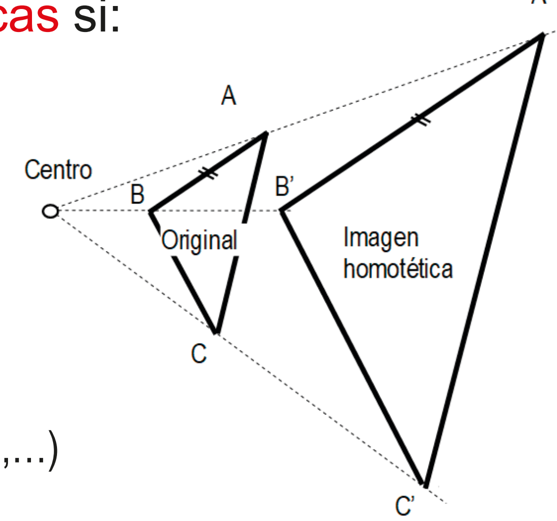
Productos

Dos figuras geométricas se dicen isomórficas o proporcionales si:

- √ Las figuras son topológicamente equivalentes
- √ Sus ángulos son iguales
- √ Sus líneas son todas proporcionales, con la misma razón

En particular, se dice que son homotéticas si:

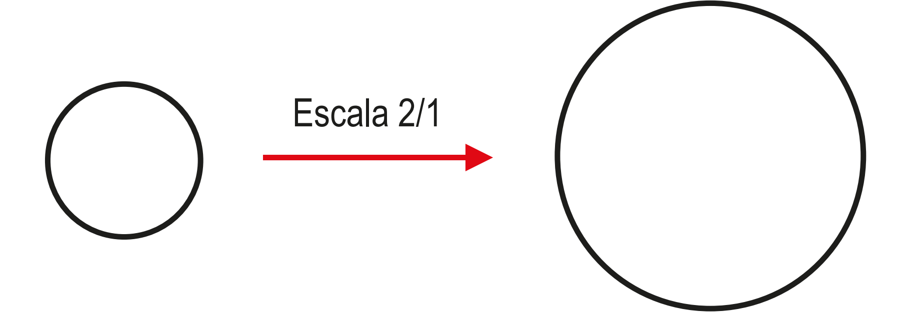
- √ Son topológicamente equivalentes
- √ Los puntos homólogos (A y A', B y B',...) están alineados con un punto fijo denominado centro de la homotecia
- √ Las rectas homólogas (AB y A'B', BC y B'C',...) son paralelas



Homotecias

Se dice que entre figuras homotéticas hay una relación de proporción o “escala” porque:

- √ Las distancias al centro de cada punto y su homólogo guardan una misma proporción denominada razón de homotecia (OA’/OA= OB’/OB= …= k)
- √ Las rectas homotéticas también guardan la misma razón de homotecia (A’B’/AB= B’C’/BC= …= k)
- √ La razón es positiva cuando ambas figuras están a un mismo lado del centro, y negativa en caso contrario



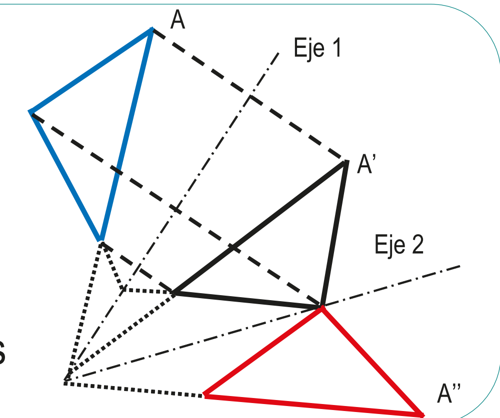
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Productos

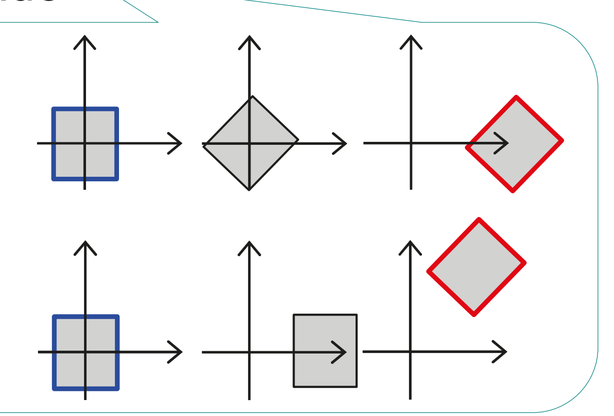
Combinando transformaciones podemos obtener nuevas transformaciones

Por ejemplo, obtenemos una rotación por combinación de simetrías bilaterales de ejes concurrentes



Pero se debe recordar que el orden del producto de las transformaciones afecta al resultado

Por ejemplo, girar primero y trasladar después, no da el mismo resultado que trasladar primero y girar después

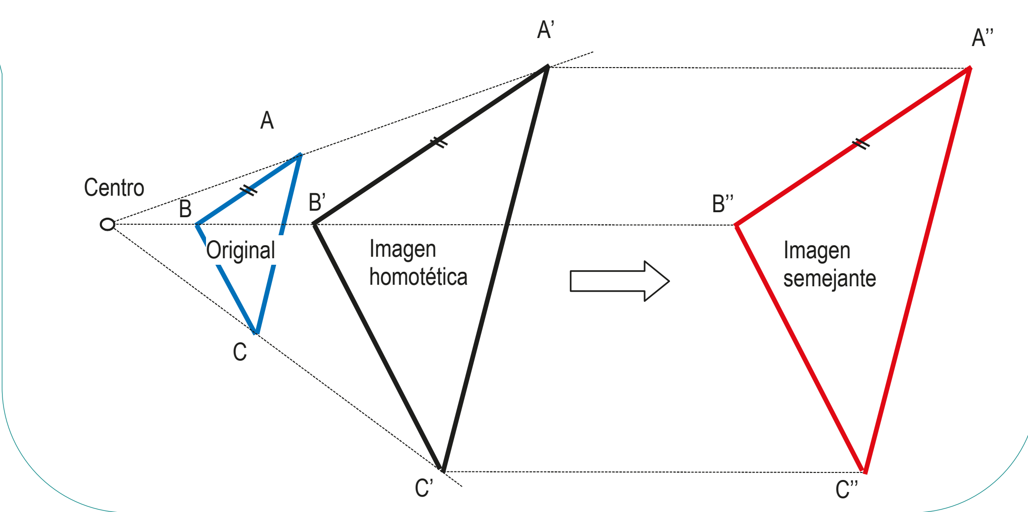


ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Productos

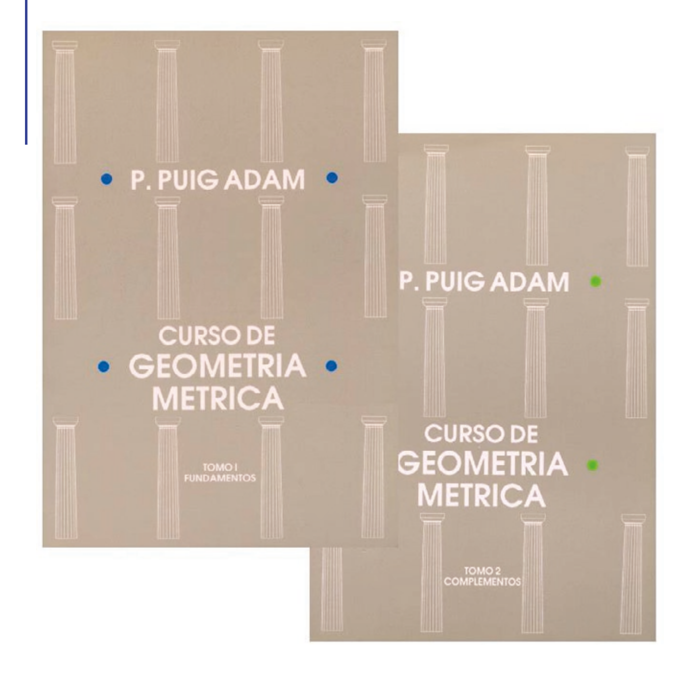
Un producto particular de dos transformaciones da lugar a la semejanza

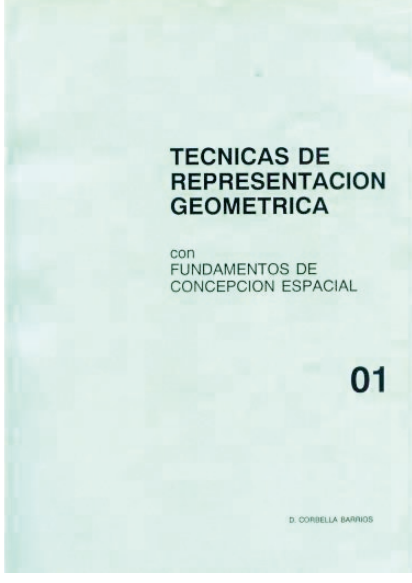
Si movemos la imagen de una transformación homotética, la relación deja de ser homotética (porque los puntos dejan de estar alineados con el centro), pero se conserva la proporción de tamaño y la igualdad de forma

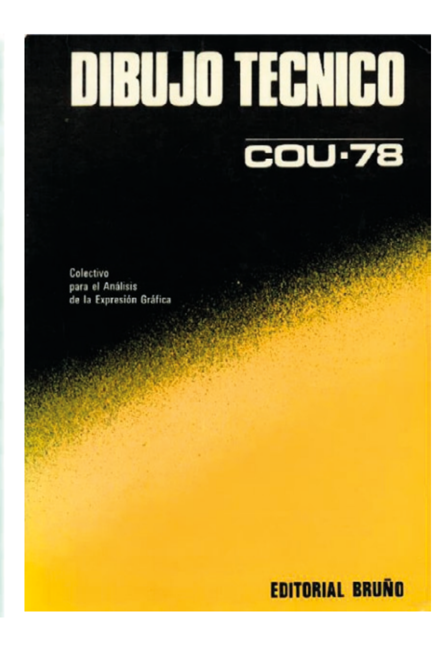


Se dice que entre figuras semejantes hay una relación de escala

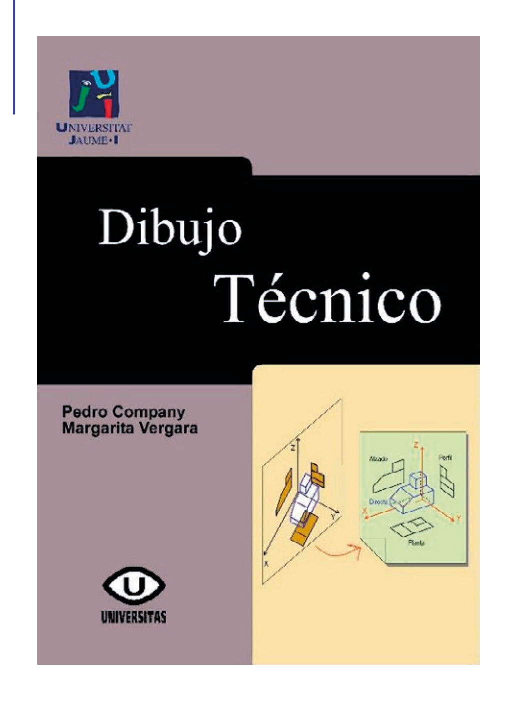
Para repasar

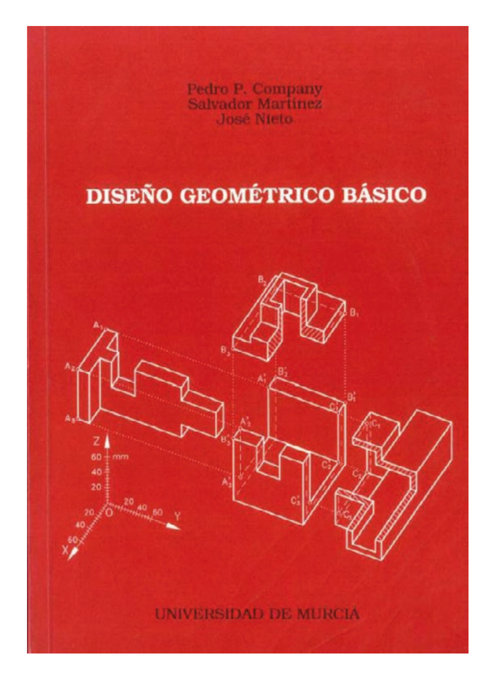


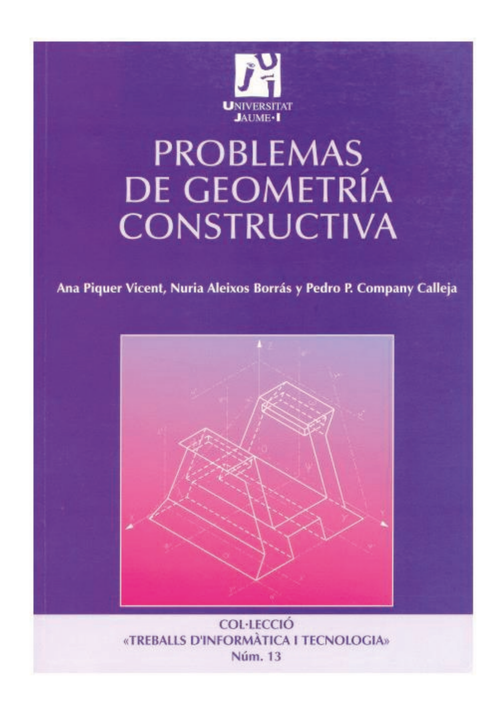




Para repasar







Para aprender más

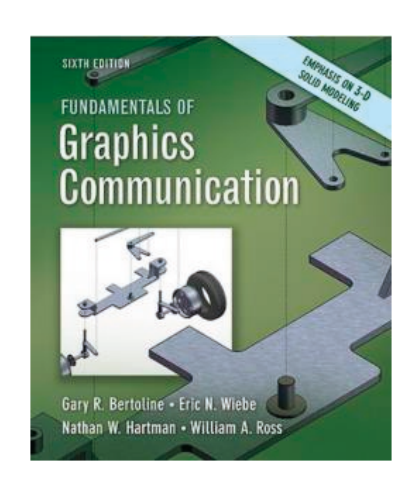


Cualquier buen libro de Geometría Descriptiva

ISBN: 978-84-18432-81-1

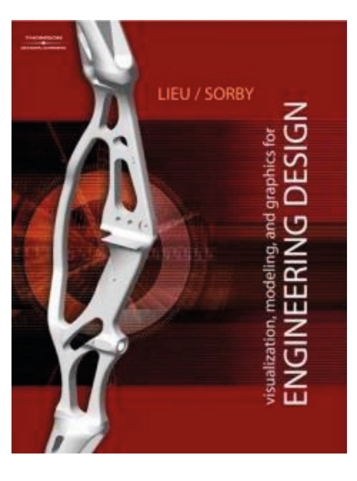
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para aprender más



Chapter 3: Engineering Geometry

Section 3.8 Constraining Profile Geometry for 3-D

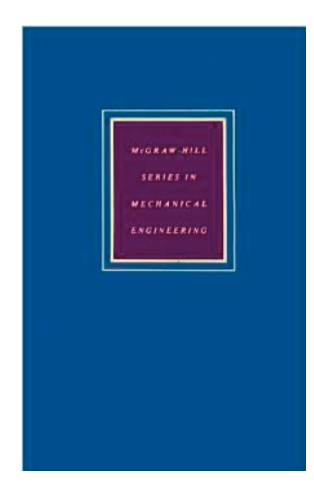


Chapter 6: Solid Modeling

Section 6.04 Making it Precise



3. Strategie di modellazioine



Ibrahim Zeid
CAD/CAM Theory and Practice
McGraw-Hill, 1991

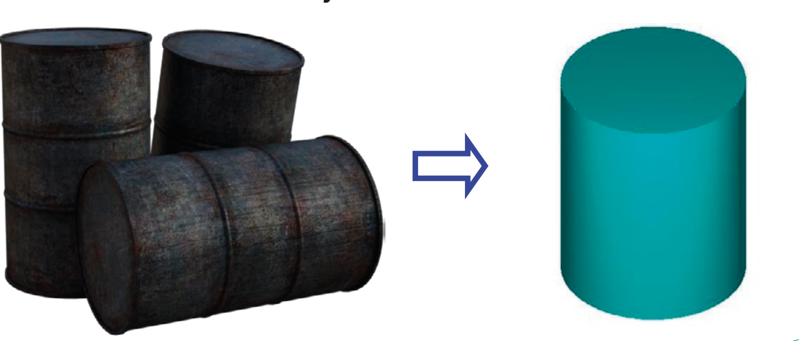
Part II. Geometric Modeling

Modelar y proyectar

Representar un objeto es un proceso que requiere dos etapas diferentes:

- √ Modelar

Se reduce arbitrariamente la infinita complejidad de un objeto real para considerar solo las características más relevantes del objeto

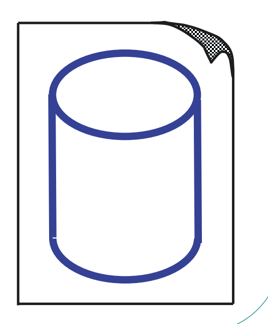


- √ Proyectar

Transformar el modelo geométrico tridimensional (“3D”) en una figura geométrica plana (“2D”),



$\phi\,(X,Y,Z) \rightarrow \phi'(x,y)$



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

La proyección es apropiada para representar modelos definidos a partir de aristas y contornos, porque es una transformación homográfica

Transforma puntos en puntos y rectas en rectas

Además, se asemeja a la propia visión humana, por lo que permite obtener figuras planas que, al ser observadas, "evocan" al modelo tridimensional del que proceden

Evocan porque permiten deducir tanto la topología como muchas características geométricas del objeto representado en la imagen dada, usando únicamente la experiencia e intuición de un ser humano, sin preparación específica en las técnicas de la expresión gráfica

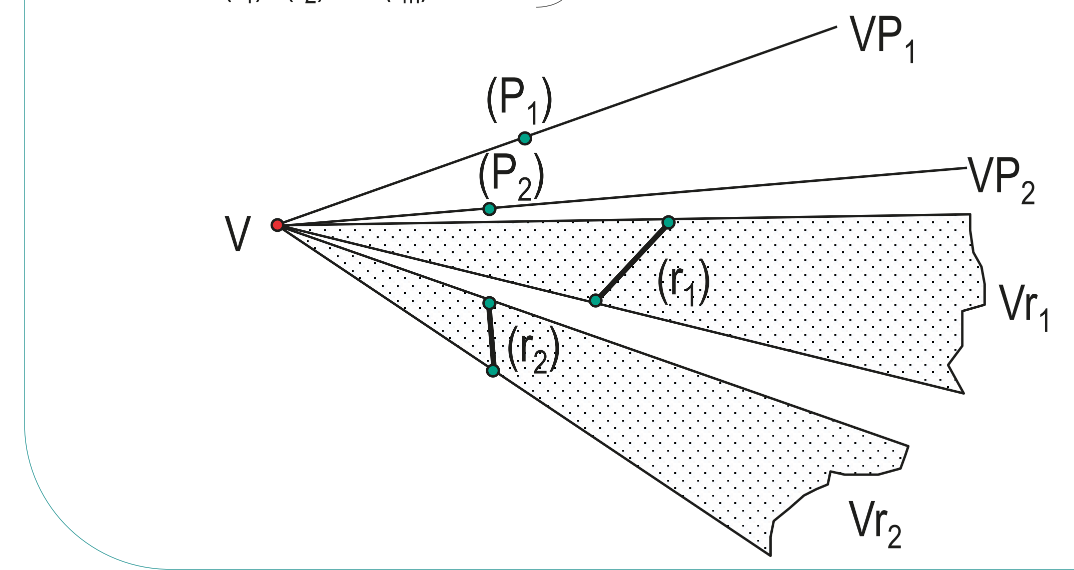
La operación denominada “PROYECCIÓN”, consta de dos partes:

- √ PROYECCIÓN
- √ SECCIÓN

Dado un punto fijo V, denominado vértice o centro de proyección,

y dada una figura (ϕ) compuesta por los puntos (P_1), (P_2), ...,(P_n) y las rectas (r_1), (r_2), ...,(r_m)

Se llama proyección a las rectas VP_1, VP_2, ..., VP_n y los planos Vr_1, Vr_2, ..., Vr_m, que determina el punto V con cada uno de los puntos y las rectas de la figura original



Proyección-sección

La operación denominada "PROYECCIÓN", consta de dos partes:

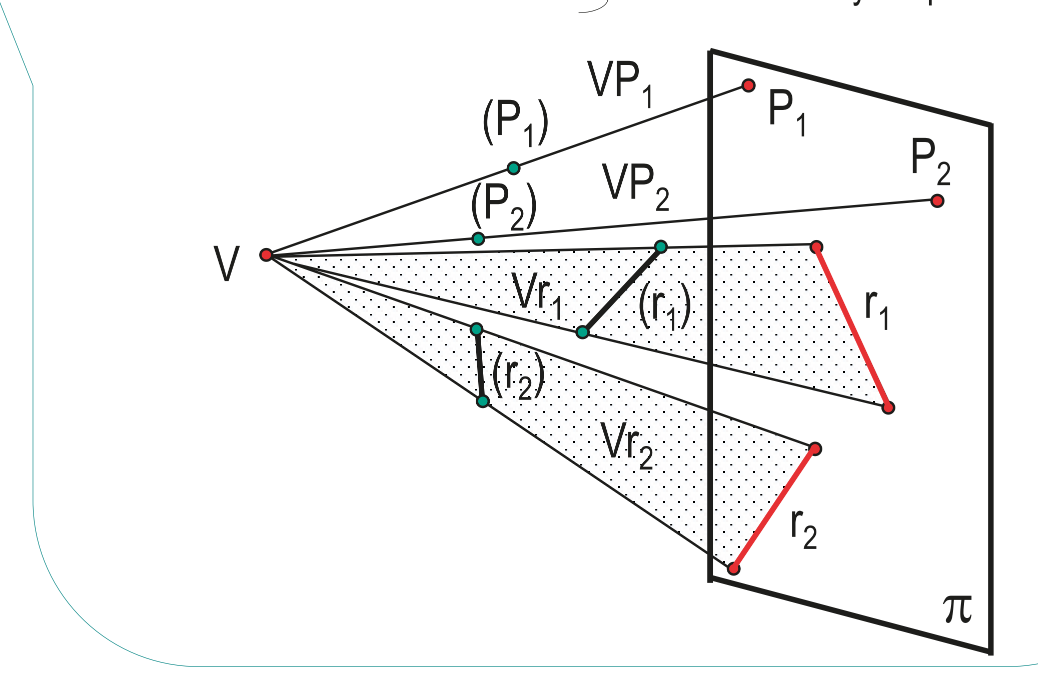
√ PROYECCIÓN

√ SECCIÓN

Dado un plano fijo π, denominado Plano del Cuadro o Plano de Proyección,

Dadas las rectas VP_1, VP_2, ...,VP_n y los planos Vr_1, Vr_2, ...,Vr_m

Se llama SECCIÓN a la figura compuesta por los puntos P_1, P_2, ..., P_n y las rectas r_1, r_2, ..., r_m, resultantes de la intersección del plano del cuadro π con cada una de las rectas y los planos dados

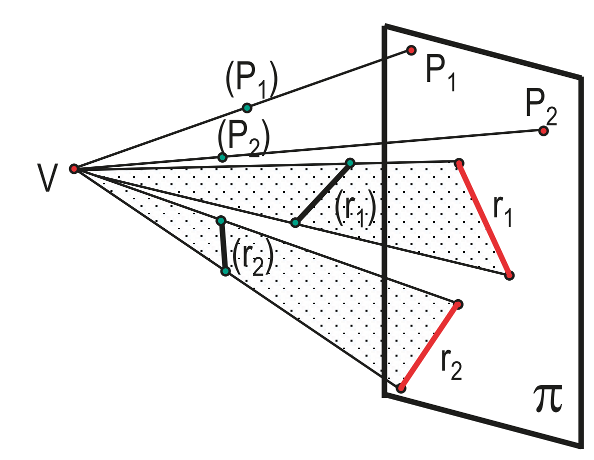


Proyección-sección

La operación denominada "PROYECCIÓN", consta de dos partes:

√ PROYECCIÓN

√ SECCIÓN



La aplicación sucesiva de estas dos operaciones a una figura "original" en 3D da como resultado una figura "imagen" en 2D

$$(\phi) \rightarrow \phi$$

(ϕ) = {puntos (P_1), (P_2), ...,(P_n), rectas (r_1), (r_2), ...,(r_m)}

ϕ = {puntos P_1, P_2, ...,P_n, rectas r_1, r_2, ...,r_m}

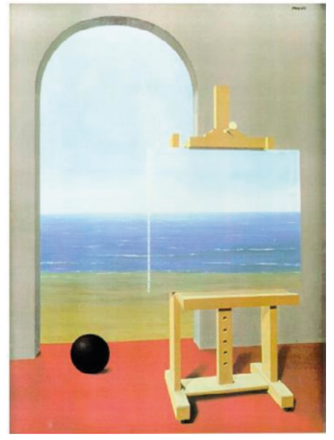
Fundamentos

Veamos algunos fundamentos de la proyección, organizados a partir de preguntas frecuentes:

¿Para que se necesita la proyección?

Para representar en dos dimensiones objetos o escenas tridimensionales

$3D \rightarrow 2D$



René Magritte. La condition humaine - 1935

¿Se proyectan objetos o se proyectan escenas?

Ambas, porque...

La proyección de un objeto muestra sus formas y dimensiones

La proyección de una escena muestra las posiciones que ocupan los objetos



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Fundamentos

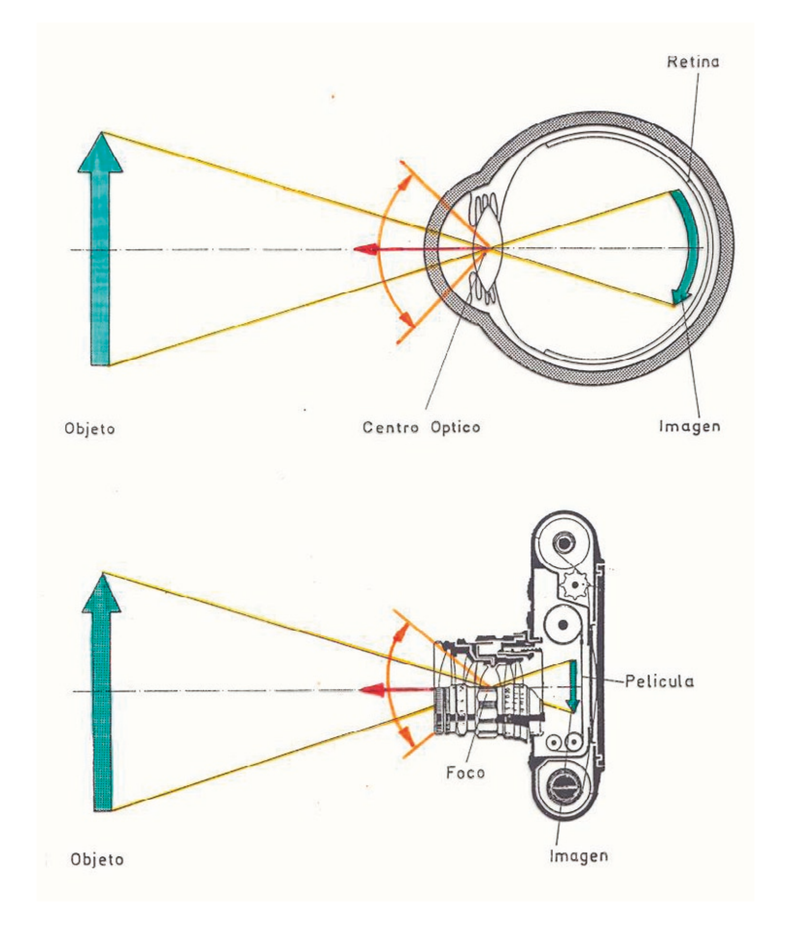
¿La proyección procede de la visión y la fotografía?

No son iguales

La diferencia principal es que la proyección se aplica a modelos geométricos abstractos, no a escenas reales

Pero, son parecidas, porque la proyección si que busca la "complicidad del ojo" para interpretar las figuras imagen

se "perciben" de forma parecida



¿La proyección aporta realismo a las representaciones?

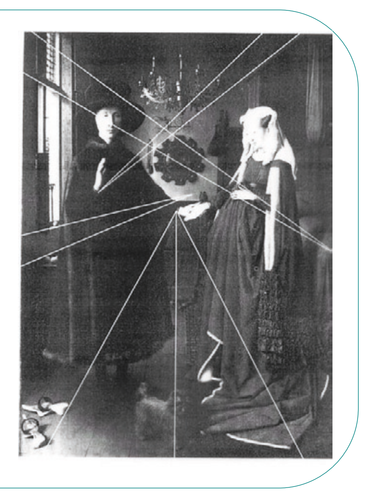
El realismo se puede conseguir con texturas, sombras, colores, etc...



Retrato de Giovanni Arnolfini y su esposa. Jan van Eyck (hacia 1390 –1441)

La técnica del óleo contribuyó al realismo en la pintura

¡Incluso aunque la proyección fuera incorrecta!



Pero la proyección también aporta realismo

De hecho, el aspecto más estudiado de la obtención del realismo es la proyección

La búsqueda del realismo desencadenó el estudio riguroso de la proyección



Leonardo da Vinci. Códice Huygens. Fol. 126

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

¿De dónde procede el estudio de la proyección?

La proyección comenzó a ser estudiada con rigor por los pintores renacentistas

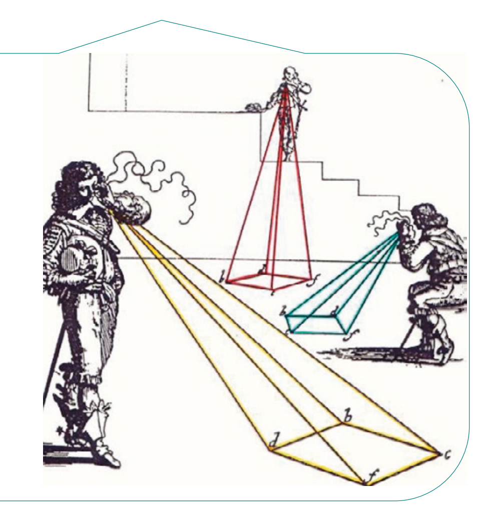
¡Durero fue quien mejor difundió esos conocimientos!



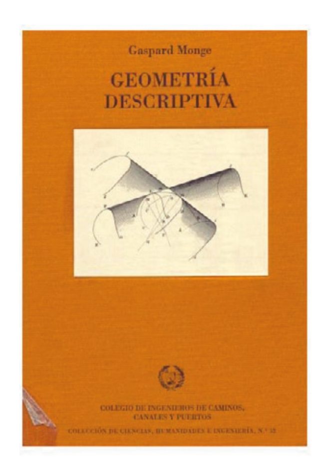
Fundamentos

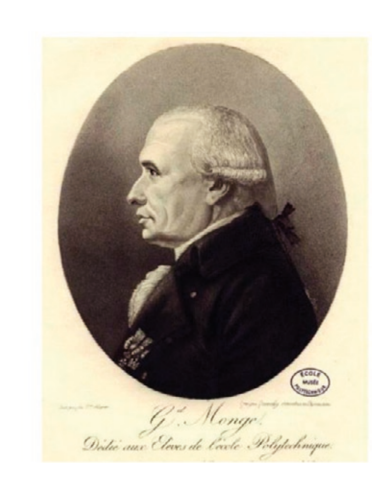
Su *estudio* dio lugar a la Geometría Proyectiva

La Geometría Proyectiva estudia las propiedades de las figuras que se conservan por proyección



Su *aplicación* dio lugar a la Geometría Descriptiva



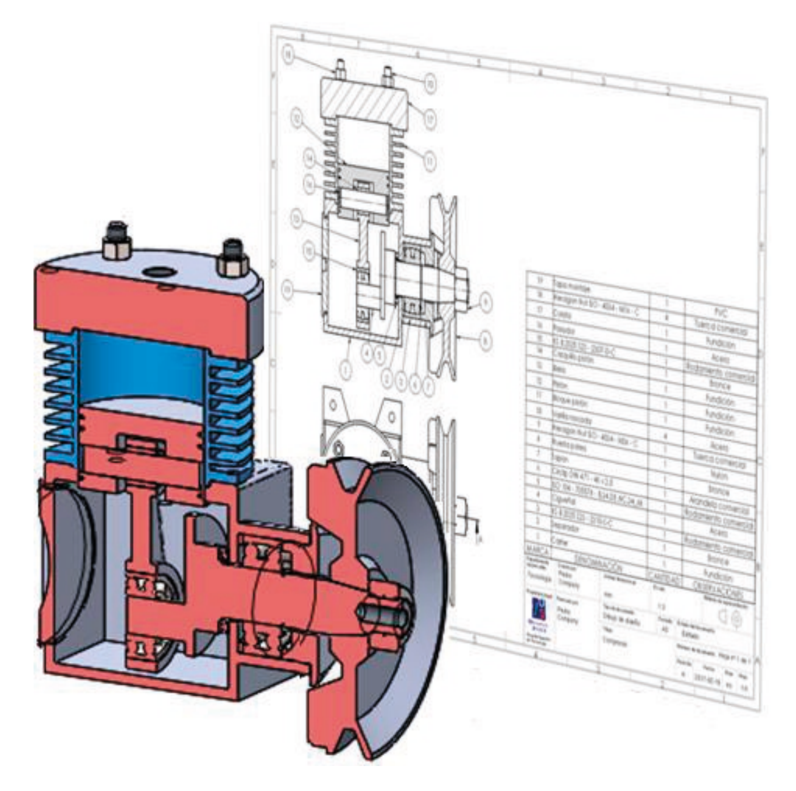


CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

¿Para qué se usa la proyección en el diseño industrial?

La proyección se usa para mostrar los modelos 3D virtuales sobre las pantallas de los ordenadores, y obtener los planos de ingeniería



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Atendiendo al planteamiento más clásico, hay dos tipos o clases principales de proyección:

- √ Central o perspectiva

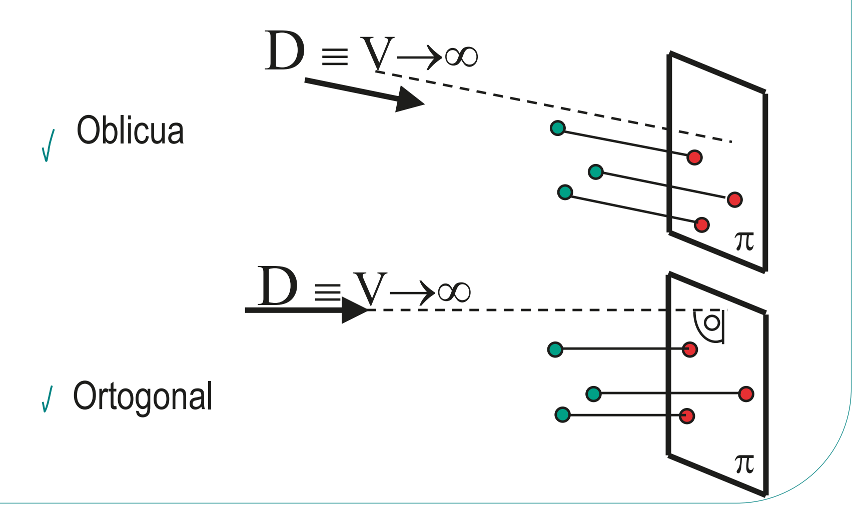
El observador, o punto de vista está en una posición propia

- √ Paralela o cilíndrica

El observador, o punto de vista está en una posición impropia

Se distinguen dos casos, dependiendo de la orientación relativa entre la dirección de observación y el plano del cuadro

- √ Oblicua
- √ Ortogonal



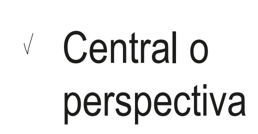
Parámetros

Modelar y proyectar
Proyección-sección
Fundamentos
Parámetros
Invariantes
Conclusiones

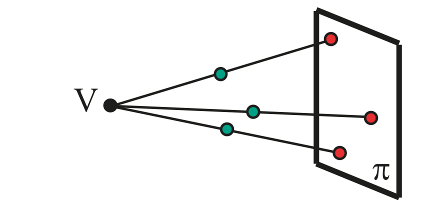
Por tanto, hay dos parámetros de proyección:

- √ Punto de vista
- √ Plano de proyección

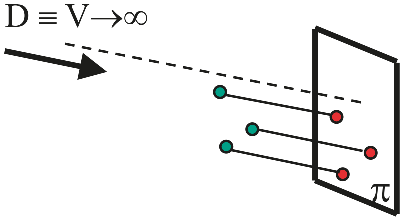
Y sus posiciones relativas dan lugar a tres tipos principales de proyecciones



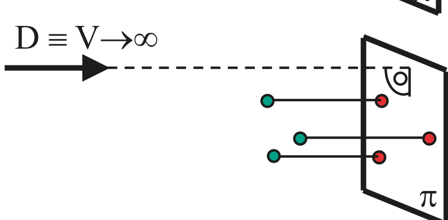
- √ Central o perspectiva



- √ Paralela Oblicua



- √ Paralela Ortogonal



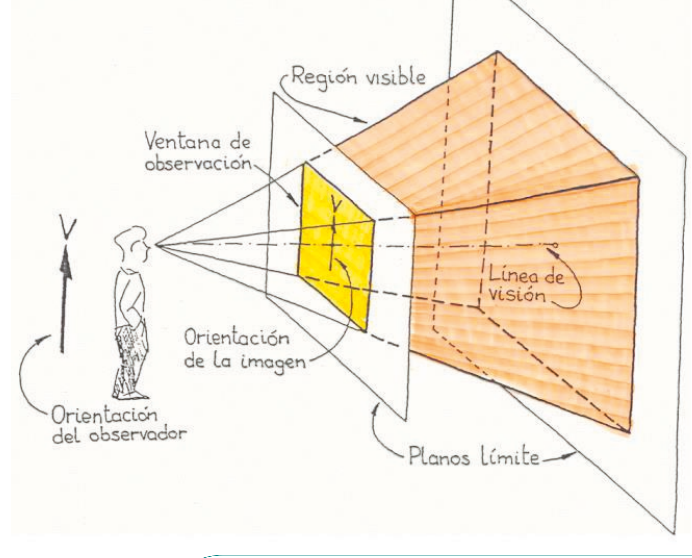
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Parámetros

Para proyectar sobre la pantalla de los ordenadores también se usan parámetros de escena:

- √ Región visible
- √ Ventana de observación
- √ Línea de visión
- √ Orientación



Por defecto, estos parámetros se configuran para hacer que la proyección se asemeje lo más posible a una representación realista

Por ejemplo, la orientación del observador virtual se hace coincidir con la orientación del marco de la ventana de observación…

…porque se asume que el observador real se alineará con dicha ventana

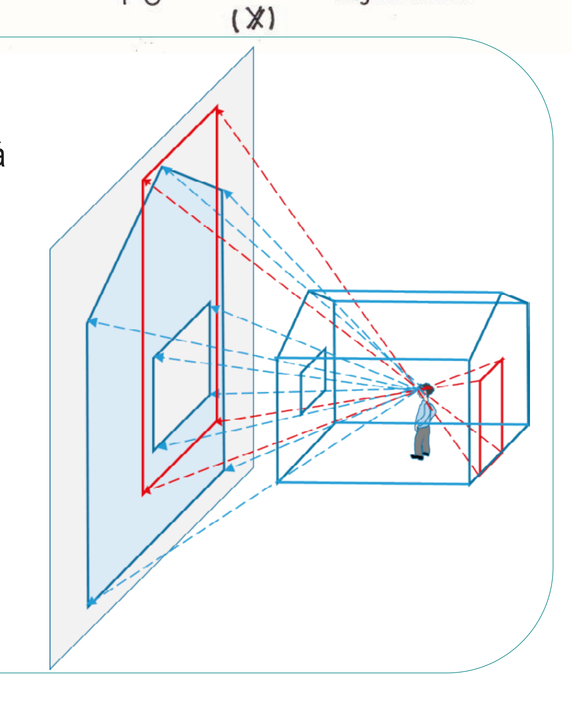




Es un tronco de pirámide definido por el Punto de Vista, el marco del Plano del Cuadro y la Profundidad

Solo se proyecta lo que está dentro de la región visible

¡Por ejemplo, no se proyecta lo que está detrás del punto de vista, para evitar imágenes no ergonómicas!



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Parámetros

Ventana de observación

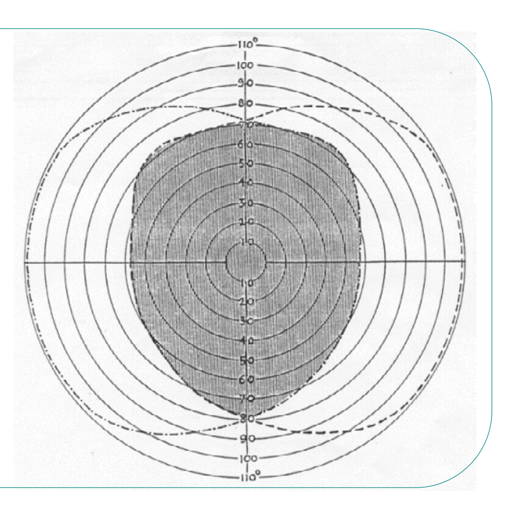
Es un rectángulo que delimita el campo de visión

Se utiliza para controlar:

√ Limitaciones físicas (por ejemplo las dimensiones de la pantalla del ordenador)

√ Limitaciones ergonómicas

La visión estereoscópica queda limitada al área de superposición del campo de visión de cada ojo



Cada ojo humano cubre unos 170° lateralmente y unos 150° en vertical

Línea de visión

Es la línea que pasa por el punto de vista y el centro del objeto o escena a observar

La orientación más ergonómica es perpendicular a la ventana de visión

Cuando se proyecta sobre un plano oblicuo…

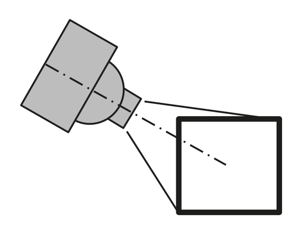


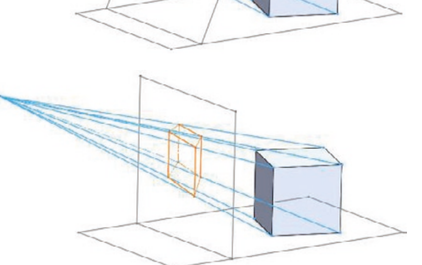
…al observarlo desde la posición "normal" la figura queda "deformada"



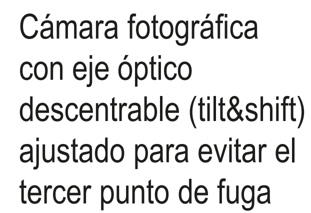
La dirección oblicua se utiliza para producir distorsiones, o para reducir los efectos de la perspectiva en las fotografías:

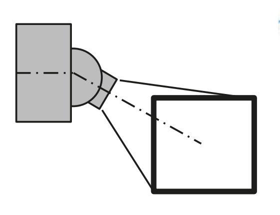
Cámara fotográfica con eje óptico perpendicular al objetivo





Cámara fotográfica con eje óptico descentrable (tilt&shift) ajustado para evitar el tercer punto de fuga





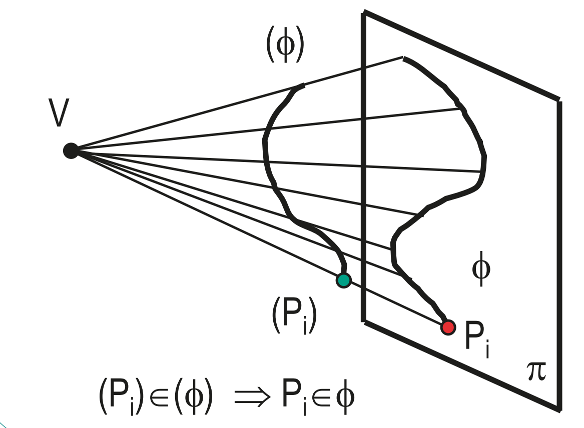
INVARIANTES son las propiedades geométricas que se conservan al proyectar

Es decir, aquellas propiedades que tiene la figura original, y que NECESARIAMENTE, deberá tener la figura imagen

Los principales invariantes en la proyección son:

- √ Pertenencia
- √ Intersección
- √ Tangencia

Si un punto (P_i) pertenece a una figura (ϕ), la proyección P_i del punto, pertenece a la proyección ϕ de la figura



En las proyecciones PARALELAS también son invariantes:

- √ Paralelismo
- √ Proporcionalidad

Invariantes

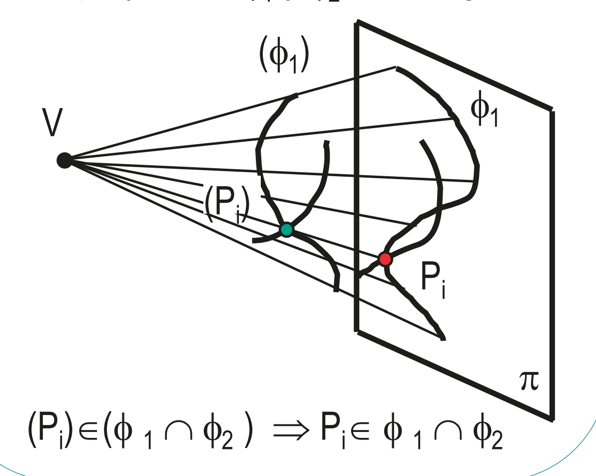
INVARIANTES son las propiedades geométricas que se conservan al proyectar

Es decir, aquellas propiedades que tiene la figura original, y que NECESARIAMENTE, deberá tener la figura imagen

Los principales invariantes en la proyección son:

- √ Pertenencia
- √ Intersección
- √ Tangencia

Si un punto (P_i) pertenece a la intersección de dos figuras (ϕ_1) y (ϕ_2), la proyección P_i del punto, es la intersección de la proyección ϕ_1 y ϕ_2 de las figuras



$(P_i) \in (\phi_1 \cap \phi_2) \Rightarrow P_i \in \phi_1 \cap \phi_2$

En las proyecciones PARALELAS también son invariantes:

- √ Paralelismo
- √ Proporcionalidad

Invariantes

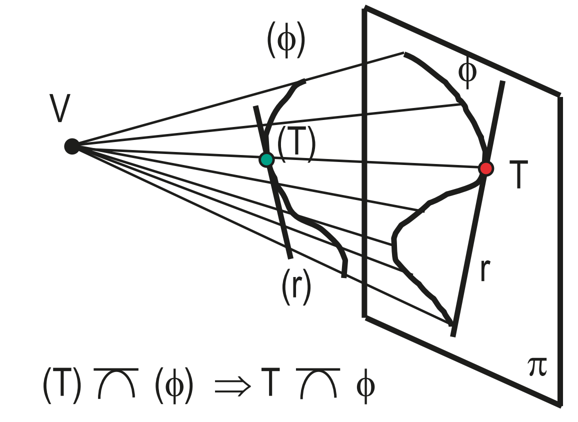
INVARIANTES son las propiedades geométricas que se conservan al proyectar

> Es decir, aquellas propiedades que tiene la figura original, y que NECESARIAMENTE, deberá tener la figura imagen

Los principales invariantes en la proyección son:

- √ Pertenencia
- √ Intersección
- √ Tangencia

> Si un punto (T) es tangente a una figura (ϕ), la proyección T del punto, es tangente a la proyección ϕ de la figura



En las proyecciones PARALELAS también son invariantes:

- √ Paralelismo
- √ Proporcionalidad

CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Invariantes

INVARIANTES son las propiedades geométricas que se conservan al proyectar

Es decir, aquellas propiedades que tiene la figura original, y que NECESARIAMENTE, deberá tener la figura imagen

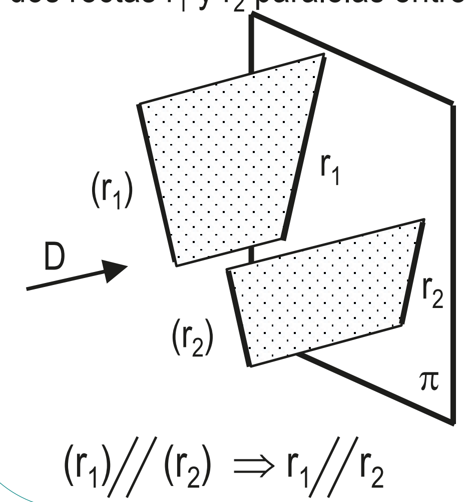
Los principales invariantes en la proyección son:

- √ Pertenencia
- √ Intersección
- √ Tangencia

En las proyecciones PARALELAS también son invariantes:

- √ Paralelismo
- √ Proporcionalidad

Si dos rectas (r_1) y (r_2) son paralelas, la proyección paralela de ambas resulta en dos rectas r_1 y r_2 paralelas entre sí



$$(r_1) /\!/ (r_2) \Rightarrow r_1 /\!/ r_2$$

INVARIANTES son las propiedades geométricas que se conservan al proyectar

Es decir, aquellas propiedades que tiene la figura original, y que NECESARIAMENTE, deberá tener la figura imagen

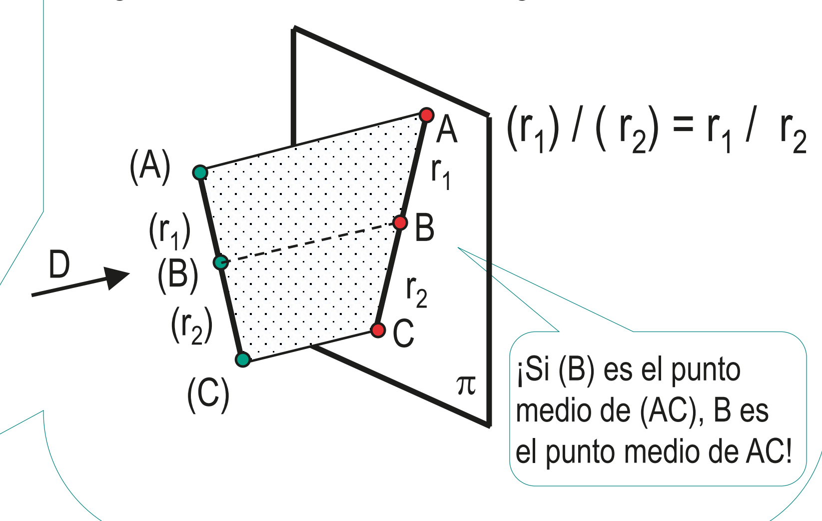
Los principales invariantes en la proyección son:

- √ Pertenencia
- √ Intersección
- √ Tangencia

En las proyecciones PARALELAS también son invariantes:

- √ Paralelismo
- √ Proporcionalidad

Dos segmentos (r_1) y (r_2), tomados sobre una misma recta, o rectas paralelas, se proyectan cilíndricamente según otros dos segmentos r_1 y r_2, de manera que la razón entre los originales es igual a la razón entre las imágenes



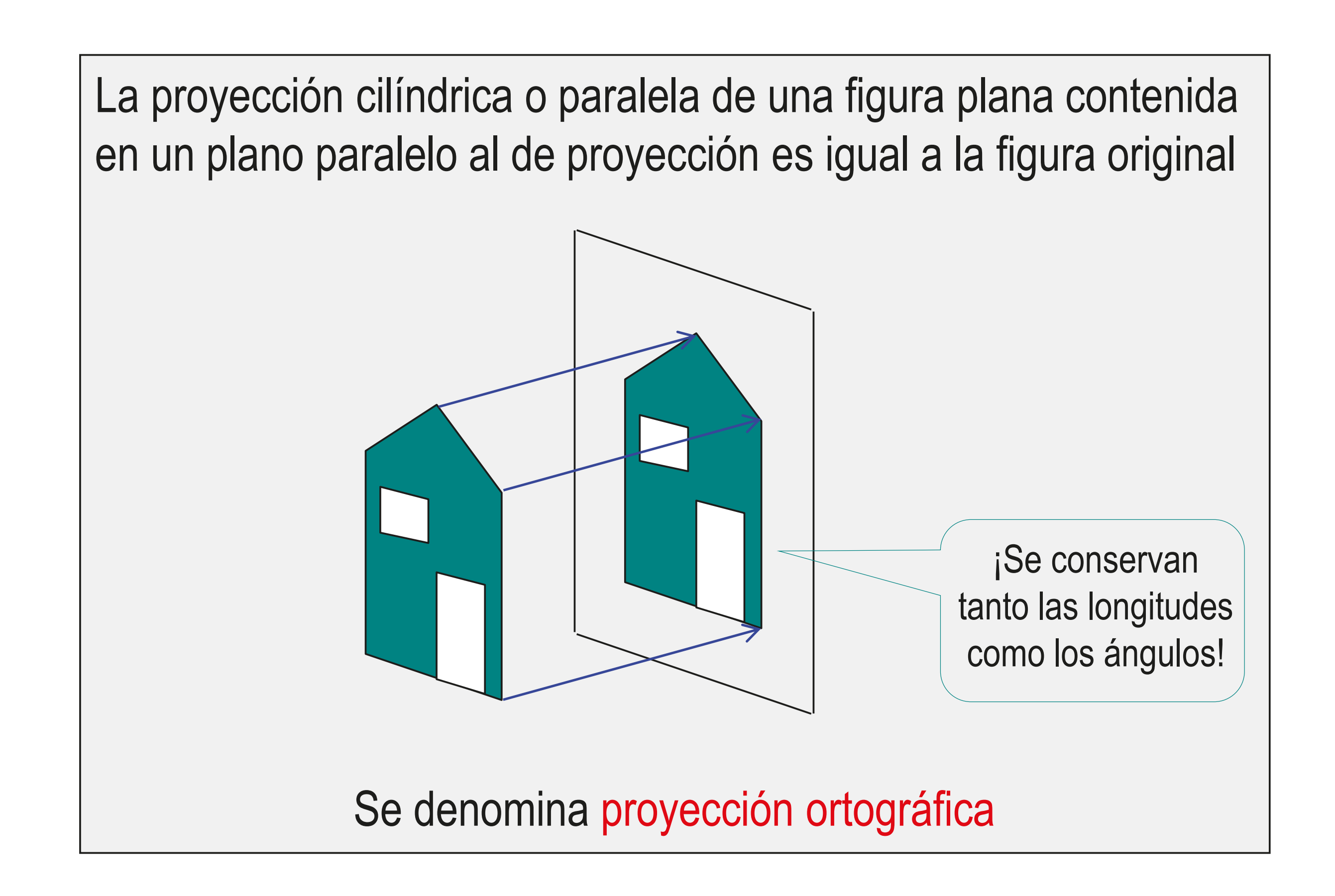
¡Si (B) es el punto medio de (AC), B es el punto medio de AC!

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Invariantes

Una consecuencia práctica de los invariantes es que:



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Usar proyecciones requiere capacidad de "Visión Espacial"

Se denomina visión espacial (o inteligencia espacial) a la capacidad de percibir formas en el espacio, y determinar la relación que existe entre ellas

La visión espacial requiere entrenamiento para:

- √ Entender los parámetros de la proyección, para interpretar correctamente la escena 3D en la que se ubican las formas 3D
- √ Entender los invariantes de la proyección, para interpretar correctamente las formas 3D representadas mediante imágenes 2D

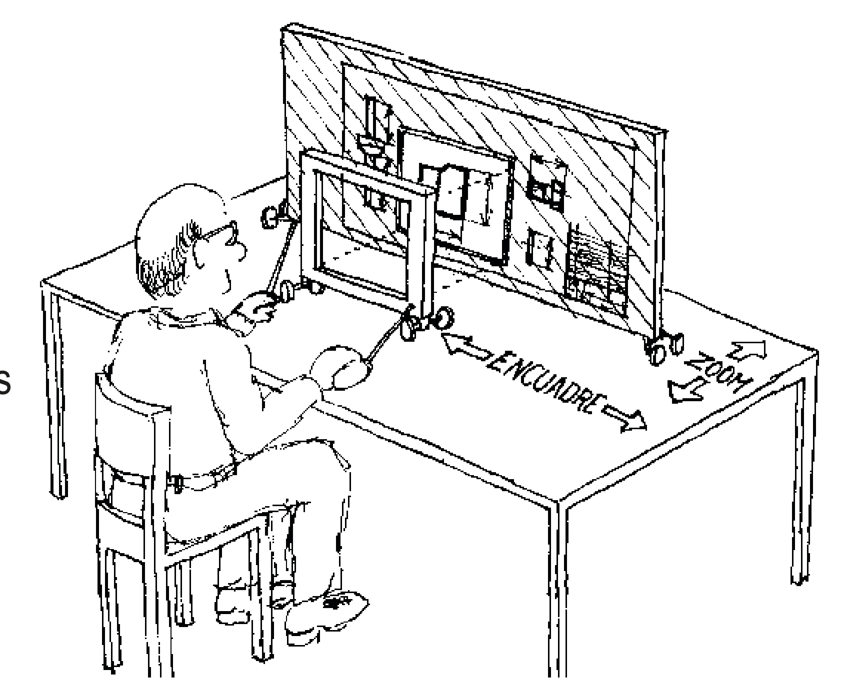


¡Si imaginamos cosas imposibles, proyectaremos cosas imposibles!



Durante el proceso de modelado sólido se necesita visión espacial para entender *cómo* estamos "mirando", y *qué* estamos "viendo"

- La visión espacial está necesariamente ligada a las referencias al entorno que condicionan la percepción humana:
  - Izquierda-derecha
  - Arriba-abajo
  - Delante-detrás



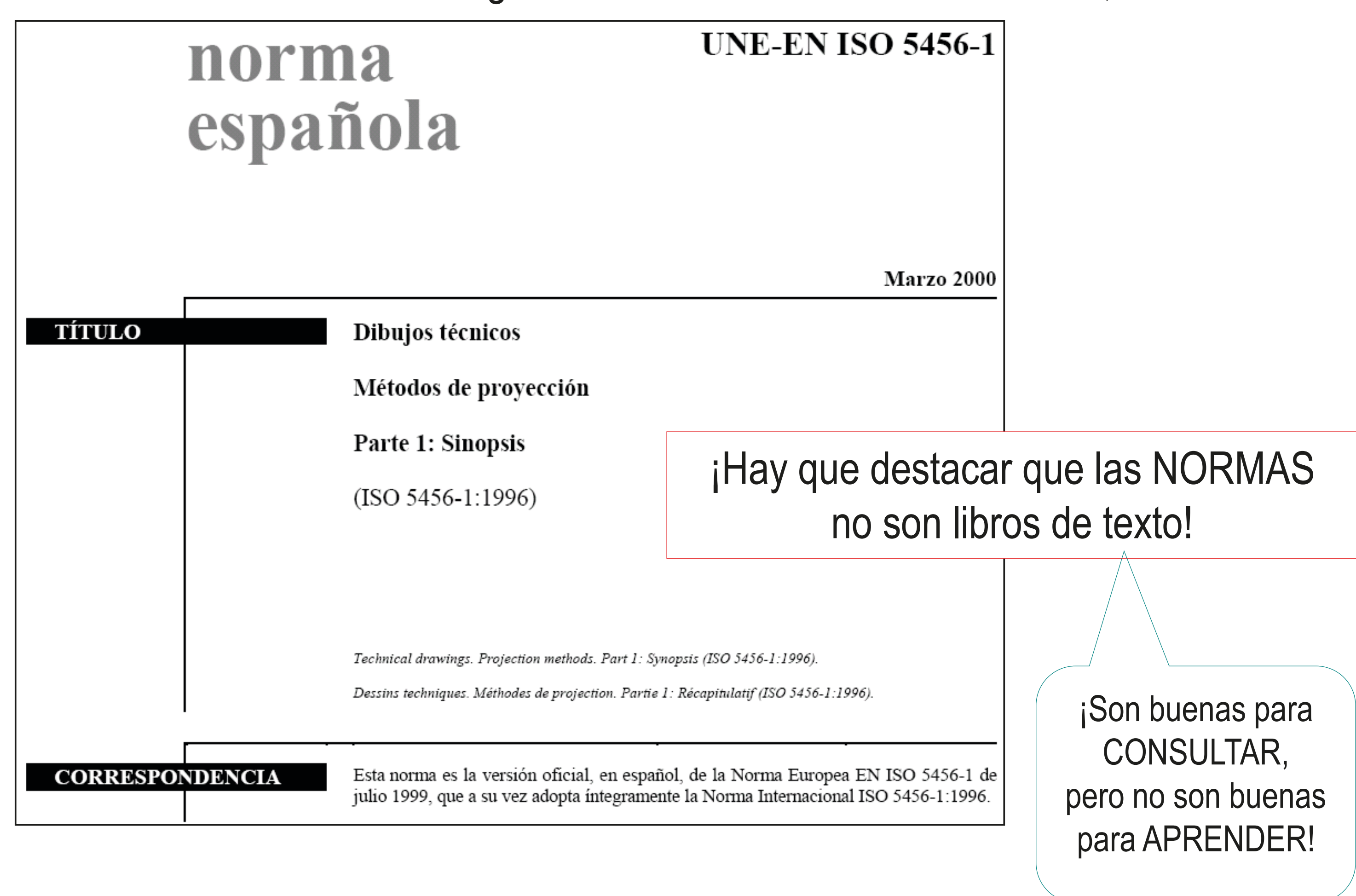
- La visión espacial está vinculada a las herramientas de "navegación" que permiten gestionar la posición del observador respecto al espacio virtual que se muestra proyectado

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para repasar

Las ideas básicas están recogidas en la norma UNE-EN-ISO 5456, Parte 1:


norma
española

UNE-EN ISO 5456-1

Marzo 2000

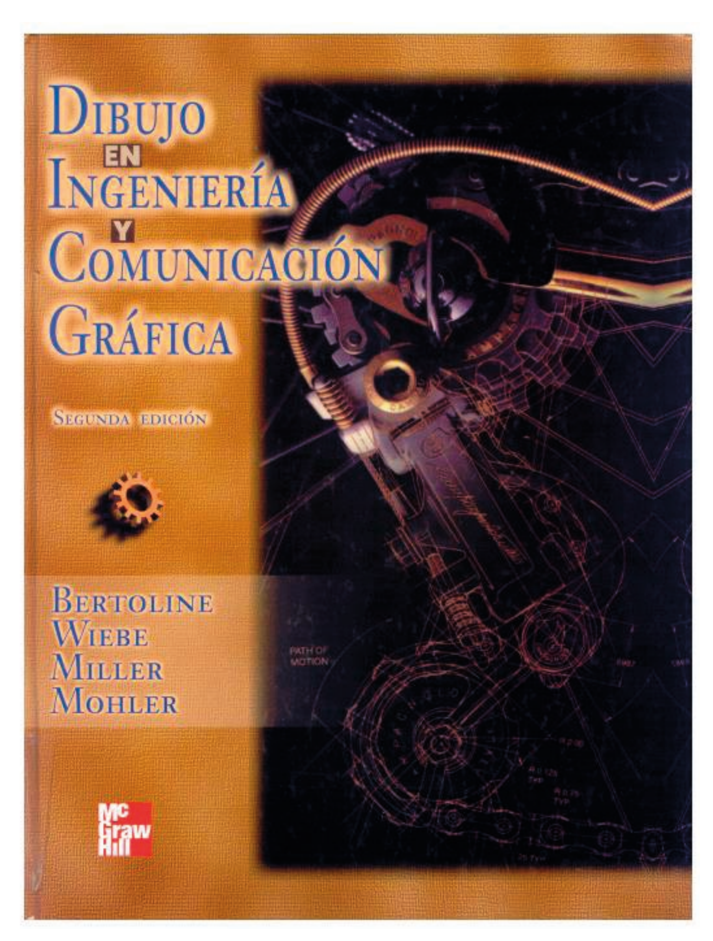
TÍTULO	**Dibujos técnicos** **Métodos de proyección** **Parte 1: Sinopsis** (ISO 5456-1:1996) *Technical drawings. Projection methods. Part 1: Synopsis (ISO 5456-1:1996).* *Dessins techniques. Méthodes de projection. Partie 1: Récapitulatif (ISO 5456-1:1996).*
CORRESPONDENCIA	Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 5456-1 de julio 1999, que a su vez adopta íntegramente la Norma Internacional ISO 5456-1:1996.

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para repasar



Capítulo 1: Introducción



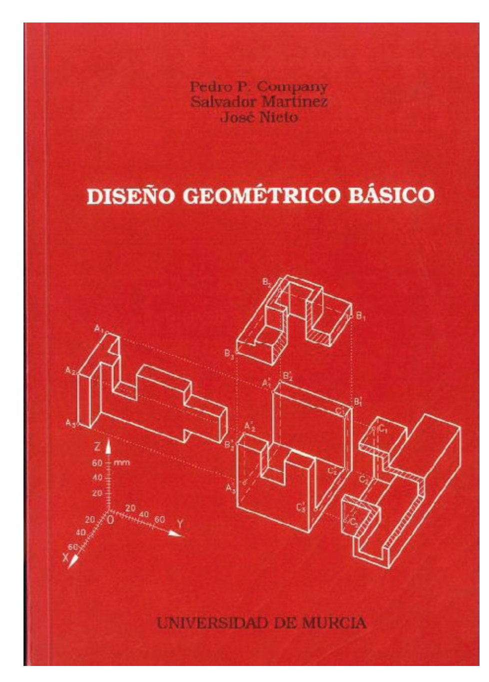
Capítulo 5: Visualización para el diseño

ISBN: 978-84-18432-81-1

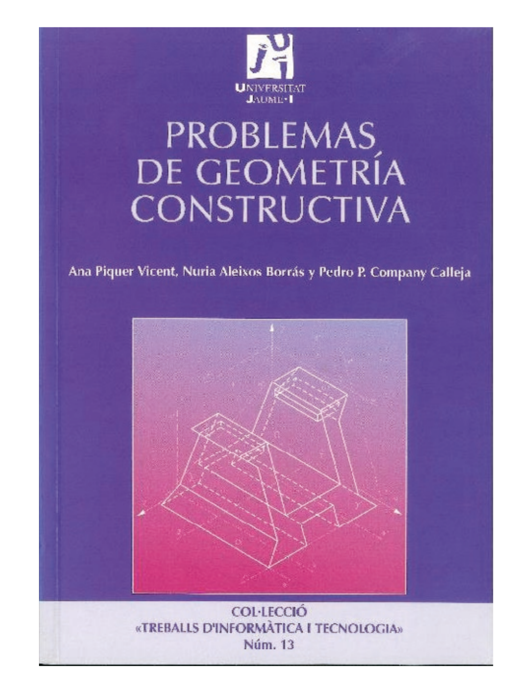
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para entrenar la visión espacial





Disponible en:
http://hdl.handle.net/10234/149987



Para saber más



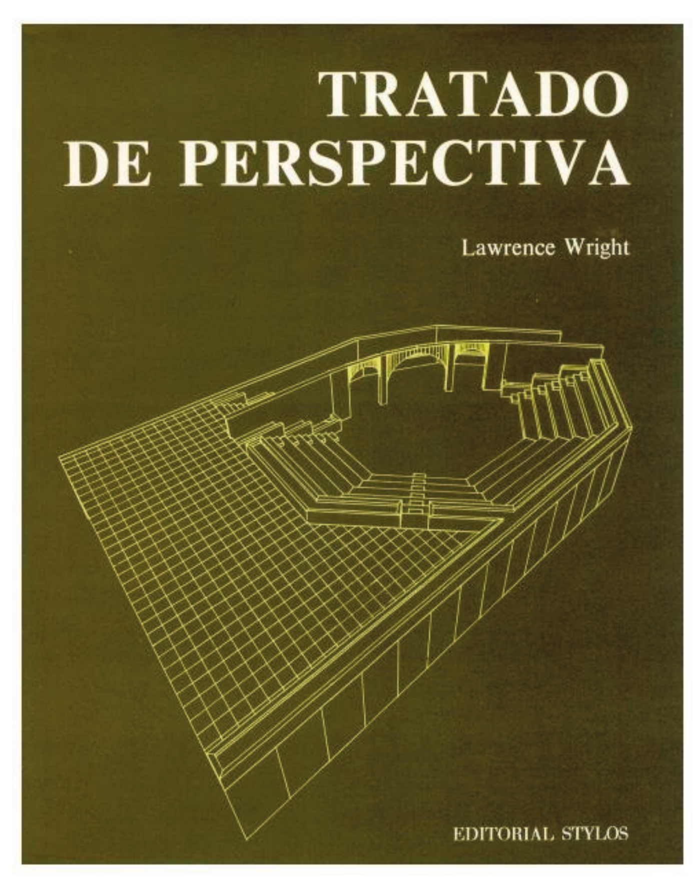
Cualquier buen libro de Geometría Descriptiva

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para saber de otras cosas

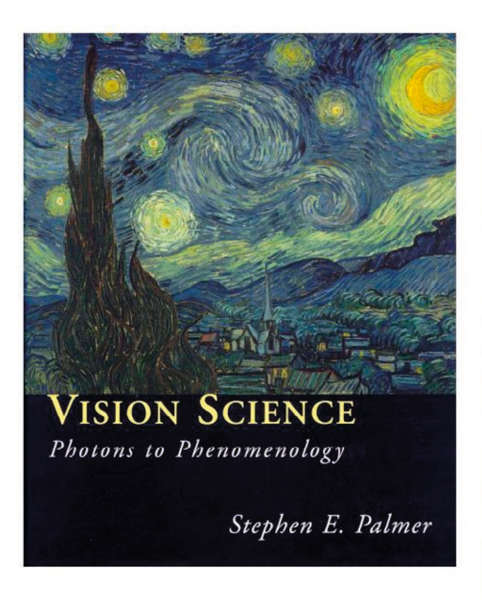
Para conocer el punto de vista de pintores y artistas

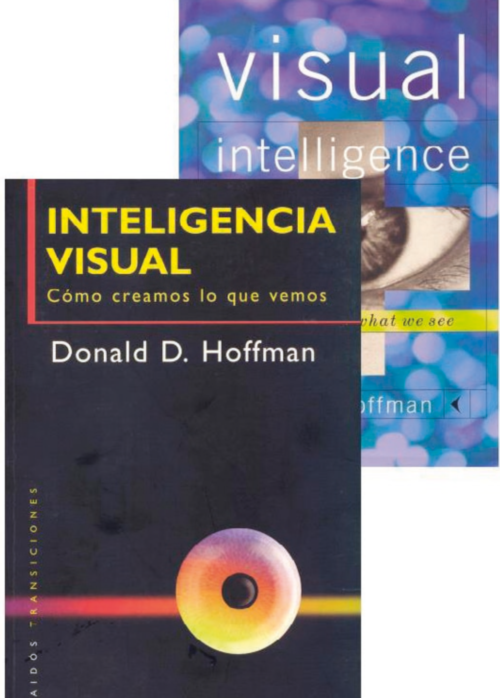


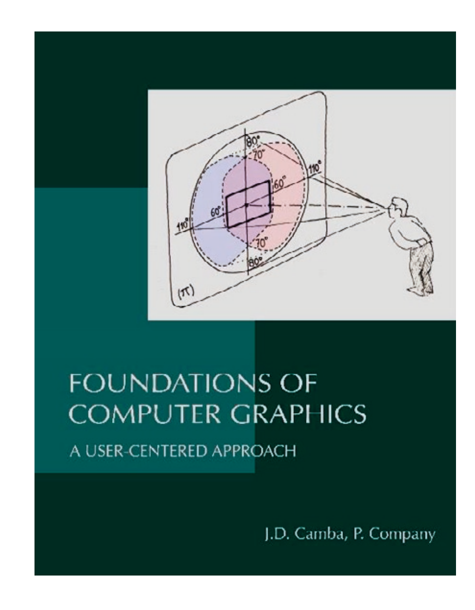


Para saber de otras cosas

Para conocer el punto de vista de informáticos y psicólogos







Definición

Definición
Interpretación
Trazado
Trucos

Se denomina croquis a todo dibujo técnico realizado total o parcialmente a MANO ALZADA

sin la ayuda de instrumentos de delineación

Son útiles para explorar nuevas ideas…



...y para comunicarse rápidamente con otros técnicos



El ordenador no elimina la necesidad de los croquis

- √ A veces, porque simplemente no se dispone de ordenador



¡Si tiene un ordenador a mano, le haré un boceto rápido!

www.penwill.com

- √ En general, porque un croquis es una forma de organizar ideas, y de recordarlas más tarde

  Es decir, que permite ensayar diversas soluciones a problemas de diseño geométrico, en poco tiempo y con un coste razonable

¡El ordenador no ayuda a resolver ese problema!



¡Ralph se ha dado cuenta de que el equipo mundial de diseño al completo está en línea, esperando que ÉL sea creativo¡!

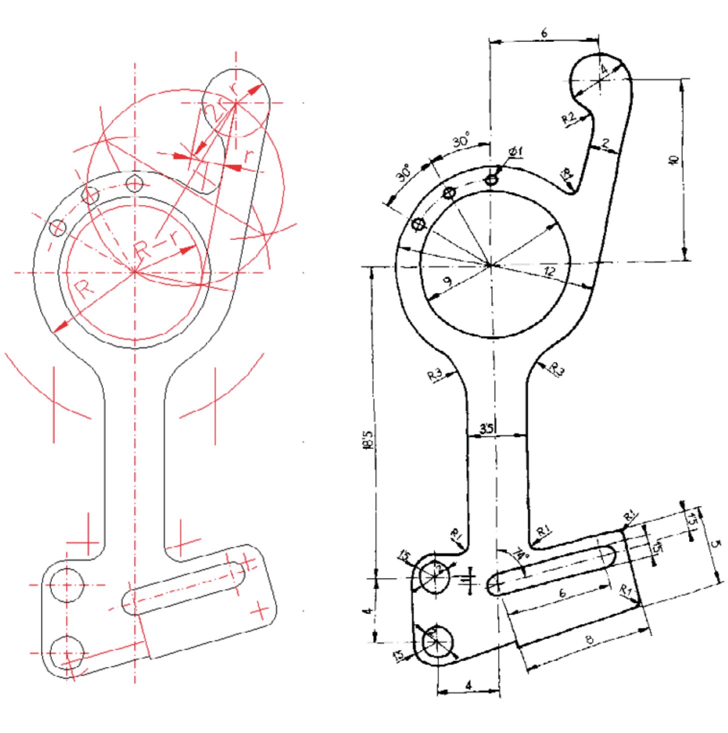
www.penwill.com

En un dibujo delineado, la geometría de la figura debe ser coherente con el objeto representado y con el método de representación utilizado

↔

En un dibujo croquizado la *topología* del objeto ha de quedar completamente definida y las *proporciones* sí que deben mantenerse, pero las *medidas* no deben ser rigurosas

La información métrica del objeto representado debe estar presente con todo rigor en la figura, con las transformaciones impuestas por la escala del dibujo y el método de proyección utilizado



Porque la inevitable interpretación cualitativa de dimensiones que haga el observador a partir de las proporciones debe ser tenida en cuenta en el momento de realizar el croquis

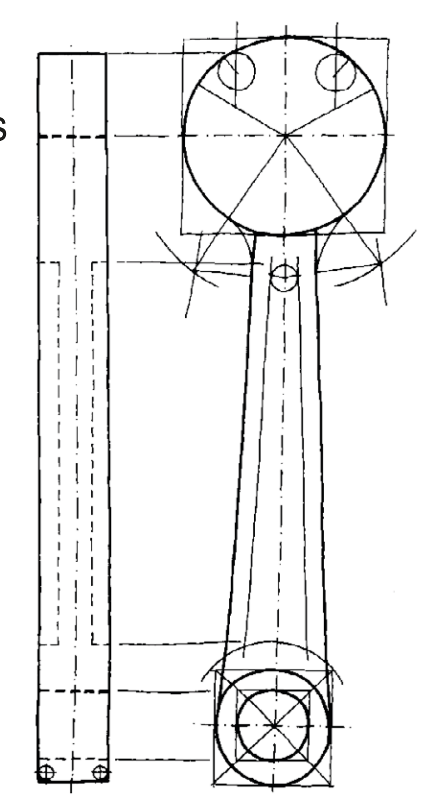
Pero el dibujo no debe ser utilizado para extraer de él información métrica utilizando los instrumentos de delineación

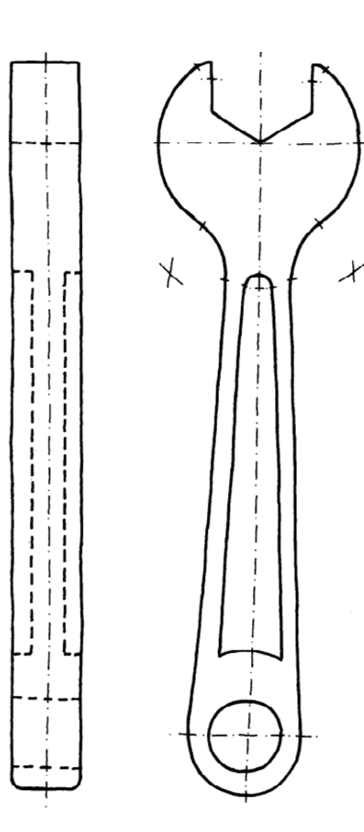
Interpretación del croquis

Es importante la coherencia del croquis con las exigencias del sistema de representación empleado

Aunque solo de forma aproximada se puede hablar de sistema de representación en un croquis

- En el sistema multivista (proyecciones ortográficas del sistema diédrico), la alineación de las diferentes proyecciones debe ser claramente perceptible



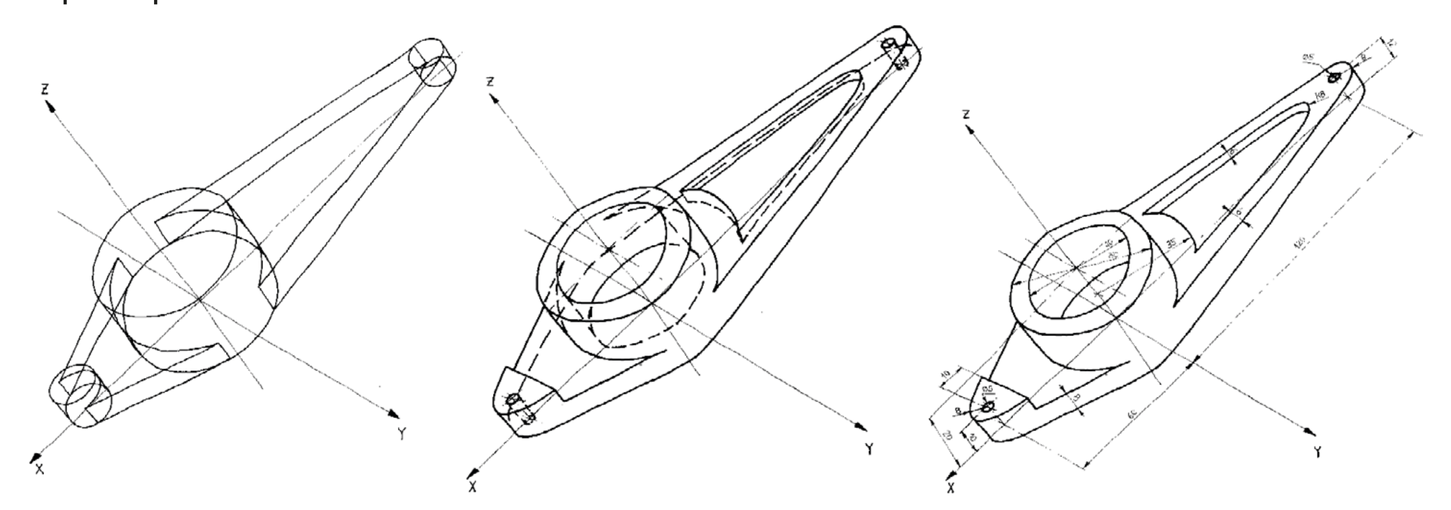


ISBN: 978-84-18432-81-1

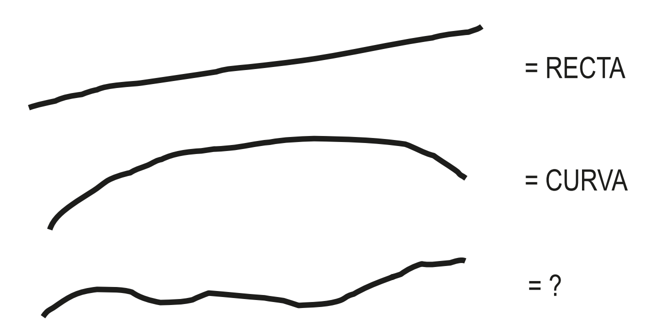
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Interpretación del croquis

√ La condición de paralelismo respecto a los ejes axonométricos, y la proporcionalidad respecto a los "coeficientes" de dichos ejes debe ser perceptible

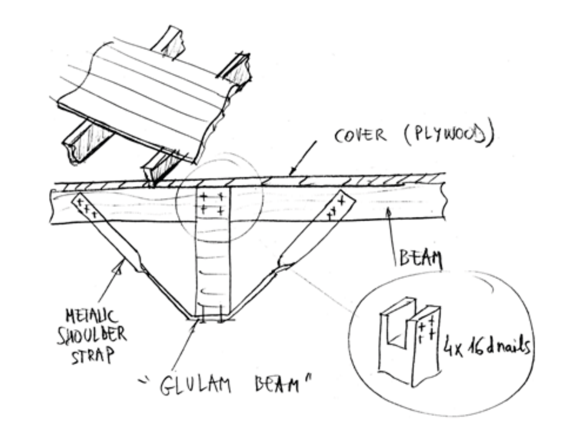


√ En general, las líneas rectas no tienen necesidad de SER rectas o curvas, tan solo deben PARECERSE lo suficiente a un línea recta o curva como para que cualquier observador las interprete como tales sin dudarlo



Interpretación del croquis

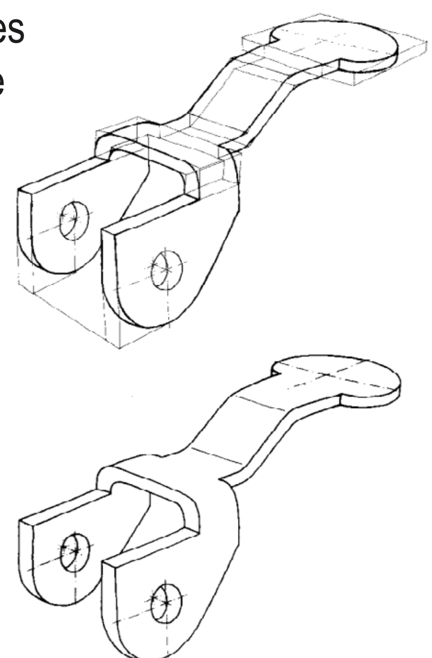
Los croquis también pueden utilizar anotaciones y geometría suplementaria:



- √ Utilice anotaciones para complementar los croquis

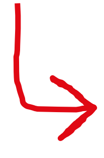
- √ Utilice construcciones auxiliares para mostrar relaciones (continuidad, paralelismo, perpendicularidad, etc.), que las líneas principales no reflejan con total fidelidad
  - √ La indicación de un plano de simetría condiciona ciertas formas y dimensiones del objeto
  - √ Si en la transición de una superficie plana a una superficie cilíndrica no se dibuja ninguna línea, la interpretación será que la superficie plana es tangente a la superficie cilíndrica

La *presencia* o la *ausencia* de la línea condiciona la interpretación de la forma, resultando totalmente secundaria la *rectitud* de dicha línea



Interpretación del croquis

Dado que los croquis sirven para comunicar, la actitud del receptor es importante



Cuando una persona mira un croquis con intención de extraer información se distinguen dos fases:

1. En la *percepción de conjunto* se detectan grandes errores que pueden crear confusión

   Por ejemplo, cuando dos cifras de cota son iguales y las magnitudes acotadas aparecen claramente desiguales a simple vista

   O cuando resulta muy difícil decidir si un línea se debe interpretar como recta o como un arco de gran radio

2. En la *percepción de detalle*, el observador se centra en la búsqueda de aquella información que desea conocer

En el primer tiempo el dibujo "le dice" al observador lo que es, mientras que en el segundo tiempo el dibujo "contesta" las preguntas concretas que el observador "le hace"

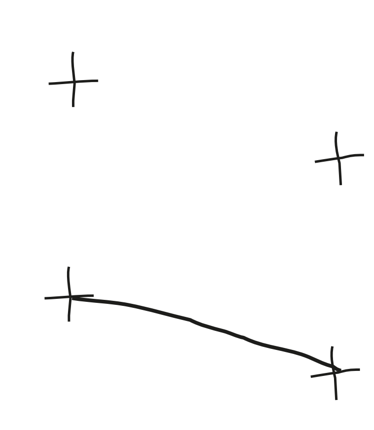
Trazado del croquis

Para mantener las proporciones es aconsejable croquizar realizando tantas construcciones auxiliares como sean necesarias:

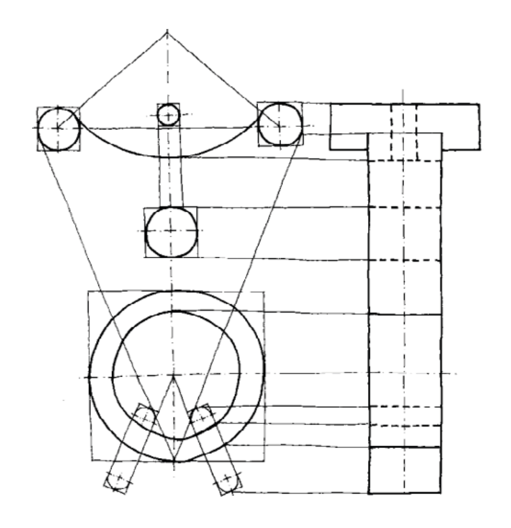
√ En particular, es conveniente definir los dos extremos de un segmento antes de comenzar a trazarlo

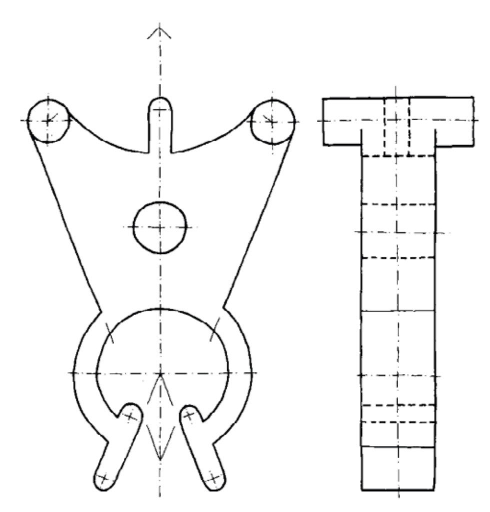
En caso de que el trazado posterior resulte impreciso, el error solo afectará a dicho segmento, no a la posición de su extremo

Por lo tanto no influirá en las proporciones, ni en la posición que ocupe la parte de la figura que dependa de dicho extremo



√ En general, se trata de "simular" las construcciones auxiliares, ejecutándolas a mano alzada





En resumen:

1 Una forma buena de proceder al trazado de un croquis es la de actuar "*como si*" se estuviera delineando

Es decir, que se hacen las operaciones, y hasta los gestos, habituales al delinear; con la única diferencia de que el acto de trazar se hace sin la ayuda de los instrumentos de delineación

Actuar como si se delineara ayuda a concentrarse en los aspectos importantes del trazado (mantener la proporcionalidad, respetar los paralelismos, etc.), despreocupándose de los aspectos secundarios (rectitud de los segmentos, etc.)

2 Es importante dibujar solo lo necesario, sin "*adornar*" el dibujo

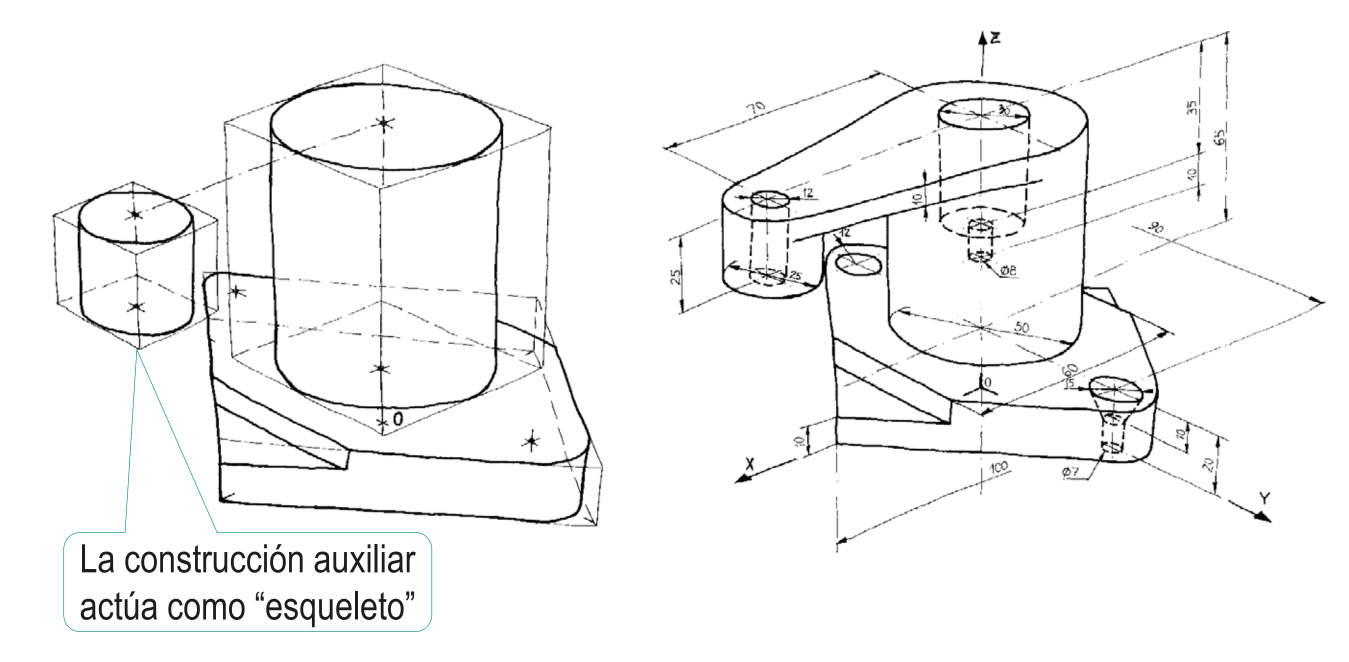
El adorno podría ser interpretado por el observador como una información complementaria…o contradictoria

Trucos de oficio

Definición
Interpretación
Trazado
Trucos

Los trucos de oficio son formas de actuar que favorecen la obtención de mejores resultados con menor esfuerzo

√ Envuelva las formas complejas en formas más sencillas (“encaje” de formas)



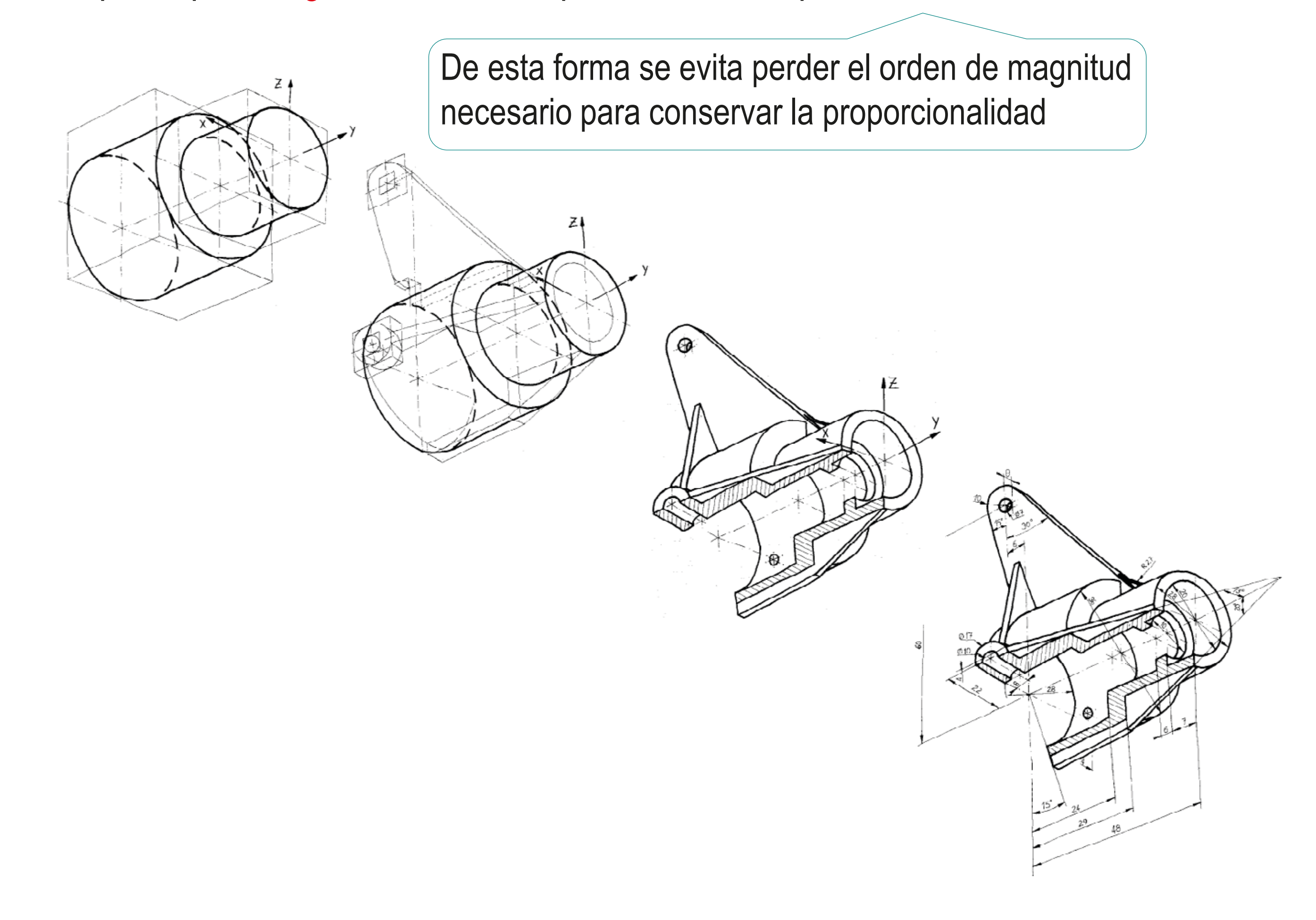
CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Trucos de oficio

√ Empiece por las grandes formas, para añadir después los detalles

De esta forma se evita perder el orden de magnitud necesario para conservar la proporcionalidad



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Trucos de oficio

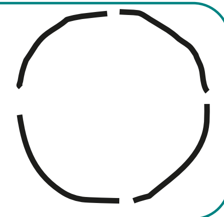
- √ Ignore aquellos detalles que requieren mucho esfuerzo por parte del dibujante pero pasan casi desapercibidos al observador



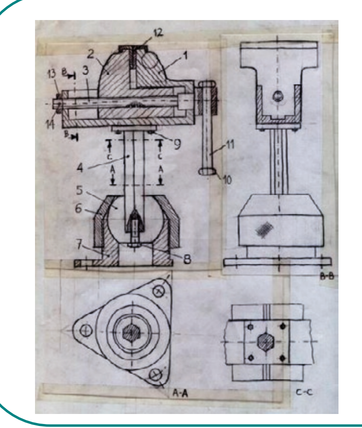
- √ Aproveche sus destrezas para favorecer los trazados

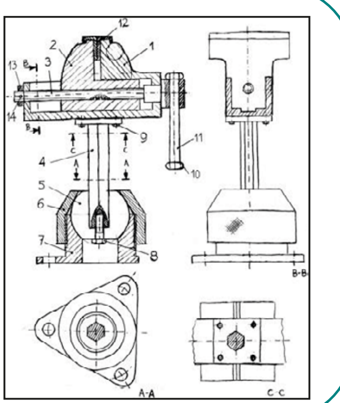
¿Qué cuadrante dibuja mejor?

¡Gire el papel para dibujar siempre ese cuadrante!



- √ Haga montajes, combinando y retocando croquis



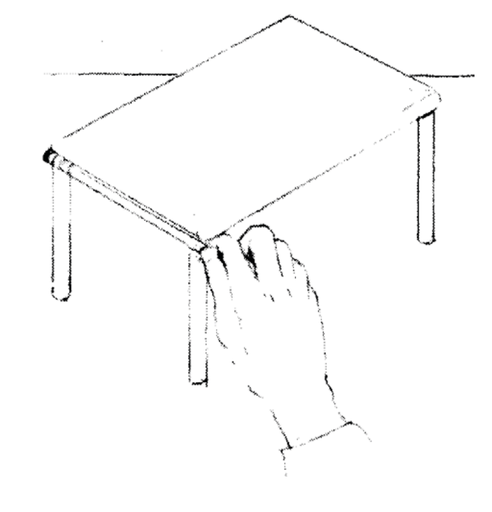


ISBN: 978-84-18432-81-1

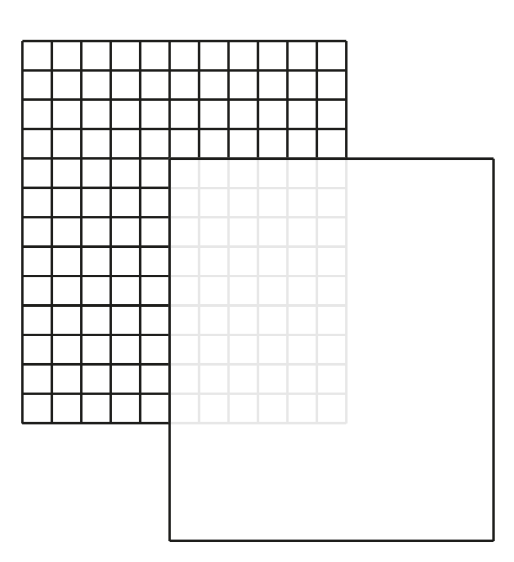
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Trucos de oficio

✓ Coordine la mano y el ojo para determinar proporciones



✓ Utilice papel cuadriculado debajo del papel de dibujo



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Trucos de oficio

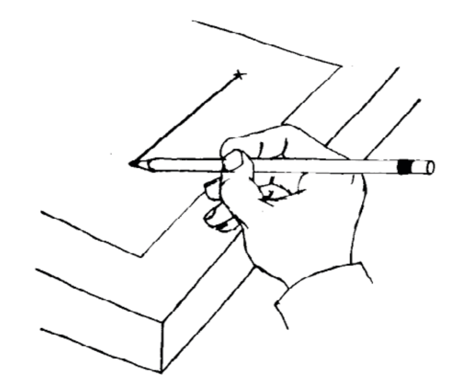
Definición

Interpretación

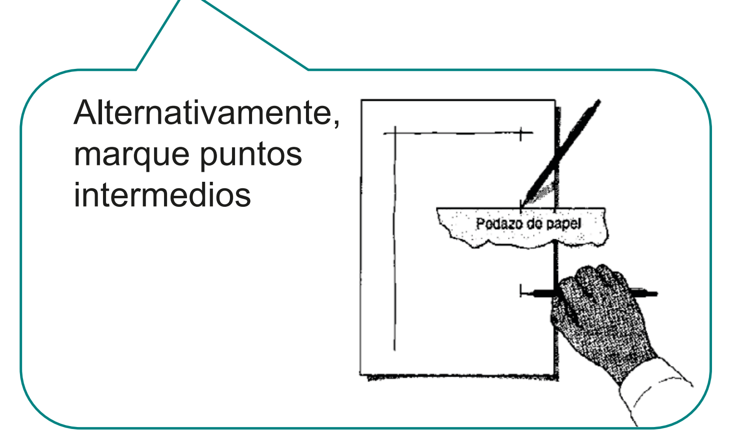
Trazado

Trucos

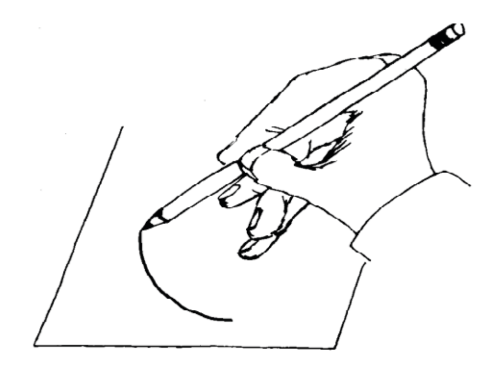
√ Utilice la mano como regla (deslizándola sobre el canto del papel o la mesa)



Alternativamente, marque puntos intermedios

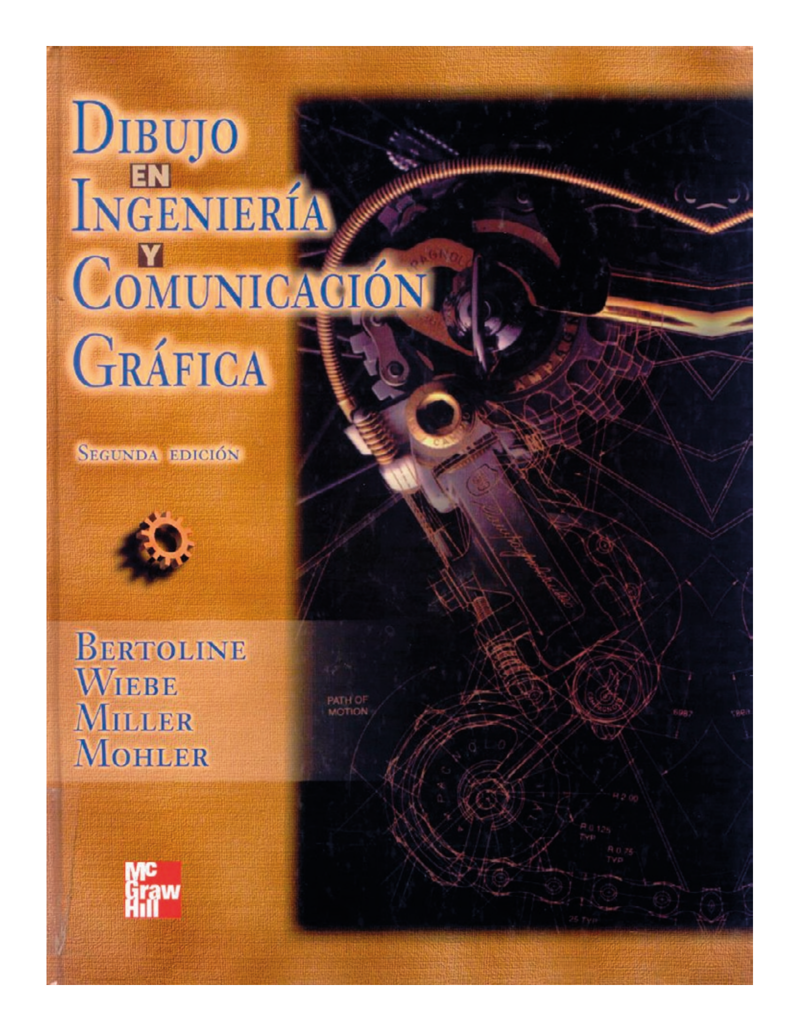


√ Utilice la mano como compás

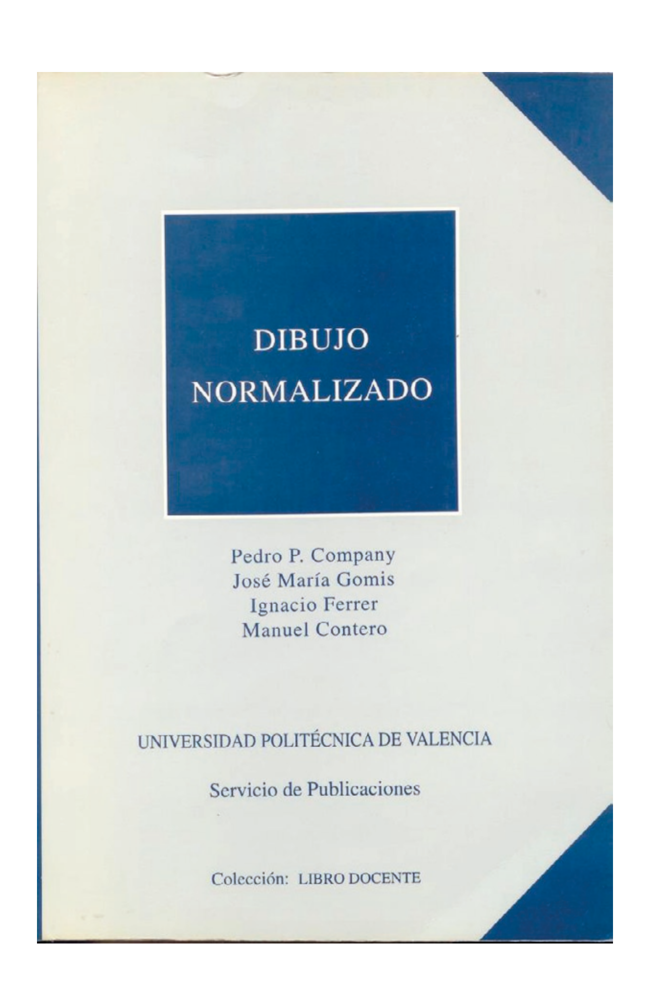


ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para saber más



Capítulo 4: Croquis y texto



Apartado 1.7: Croquización

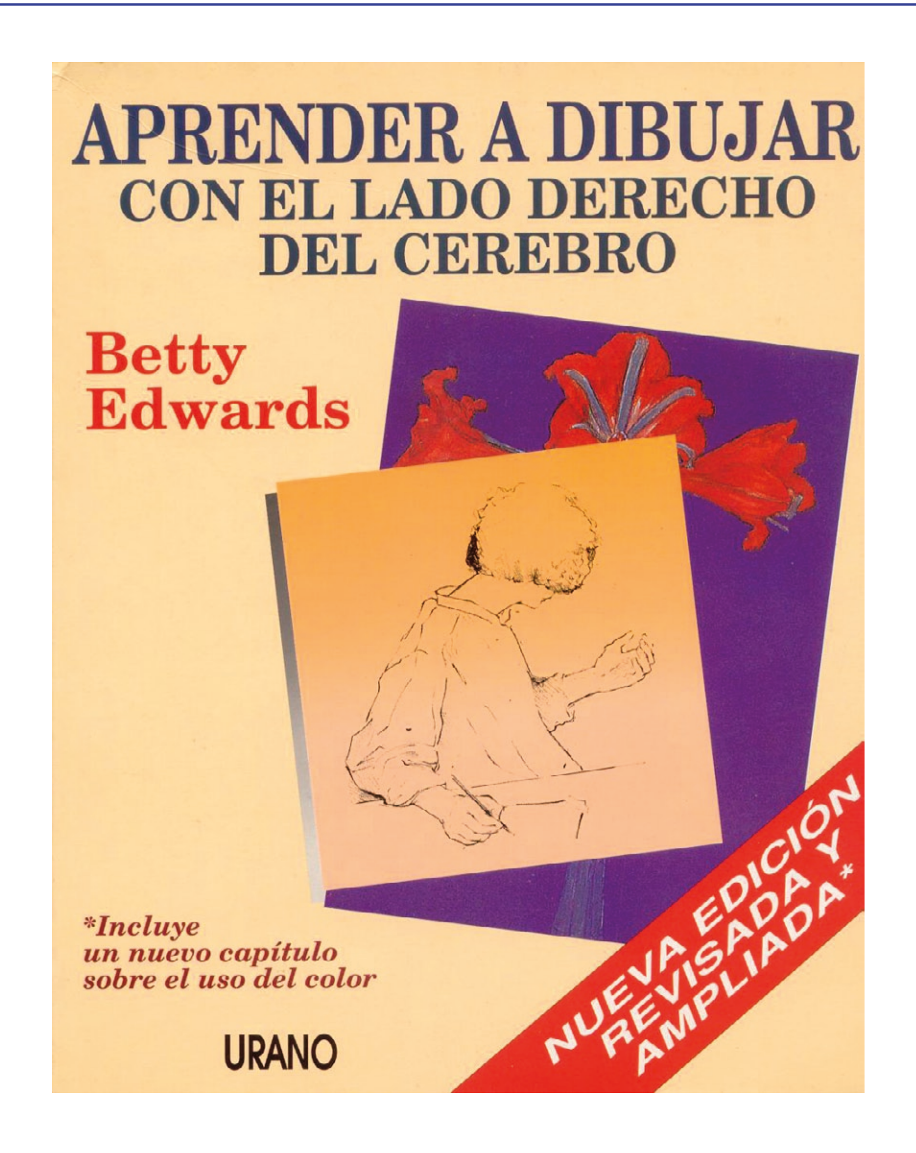
Para saber más

Engineers, inventors, and designers produce drawings as part of their creative process. They draw to work out and refine concepts and details. They draw to persuade. They draw to give direction. And they draw to record their ideas and to learn from others.

This exhibition presents examples of industrial drawings in the collections of the National Museum of American History and the Smithsonian Institution Libraries...

http://www.sil.si.edu/exhibitions/doodles/introduction.htm

Para aprender dibujo artístico



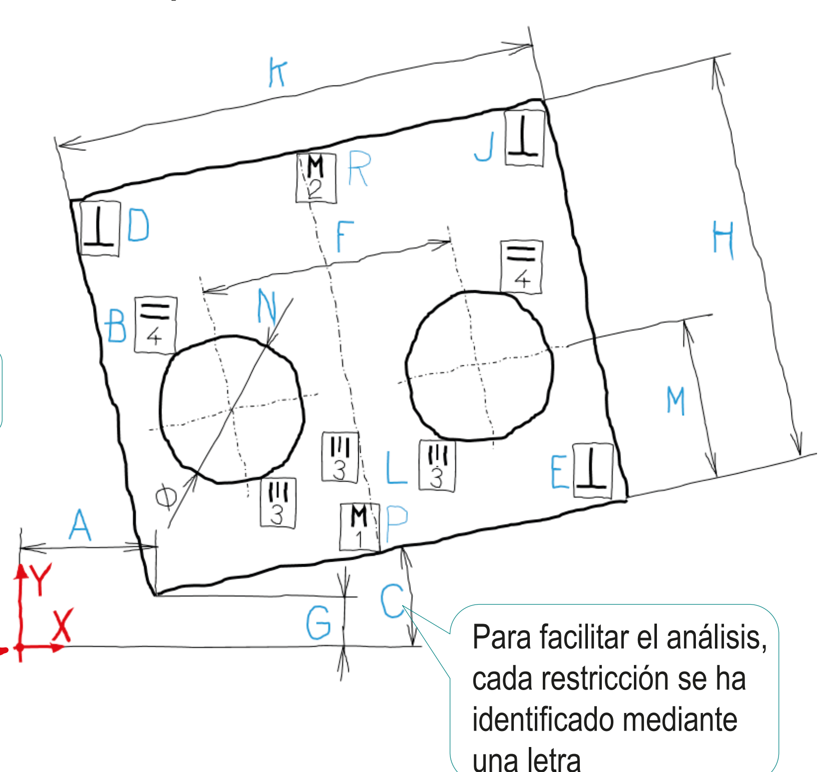
Ejercicio 1.0.1. Placa con restricciones

Tarea

En la figura adjunta se muestra un croquis de una placa que se quiere dibujar en una aplicación CAD paramétrica:

- √ Para simplificar la figura, no se muestran las cifras de cota
- √ Se incluyen símbolos de perpendicularidad, igualdad, simetría y pertenencia a punto medio

  Que afectan a los elementos que tocan
- √ La figura también incluye el símbolo que marca la posición del origen de coordenadas de la aplicación CAD



Tarea:

A Indique si el croquis está completamente restringido, sub-restringido o sobre-restringido, explicando las razones que justifican la afirmación correspondiente

Estrategia

Compruebe las restricciones por tipos:

- √ Aísle y analice las restricciones que controlan la forma de cada elemento:
  - √ Compruebe que el elemento rectangular no puede cambiar de forma
  - √ Compruebe que los elementos redondos no pueden cambiar de forma
- √ Aísle y analice las restricciones que controlan el tamaño
  - √ Compruebe que el tamaño del rectángulo está definido
  - √ Compruebe que el tamaño de los agujeros redondos está definido
- √ Aísle y analice las restricciones que controlan las posiciones relativas entre elementos:
  - √ Compruebe que la posición simétrica de los agujeros respecto al rectángulo está definida
  - √ Compruebe que la altura de los agujeros respecto al borde del rectángulo está definida
- √ Aísle y analice las restricciones que controlan la posición absoluta de la placa completa:
  - √ Compruebe que el desplazamiento de sólido rígido está restringido
  - √ Compruebe que el giro de sólido rígido está restringido

Ejecución

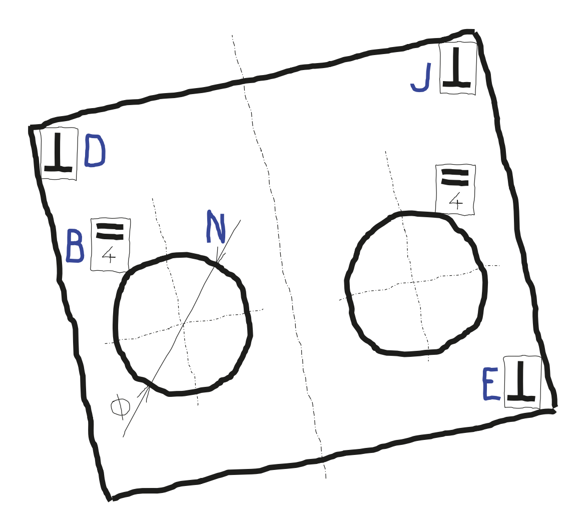
Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Identifique las restricciones que controlan la forma de los elementos que conforman la placa…



…para comprobar que:

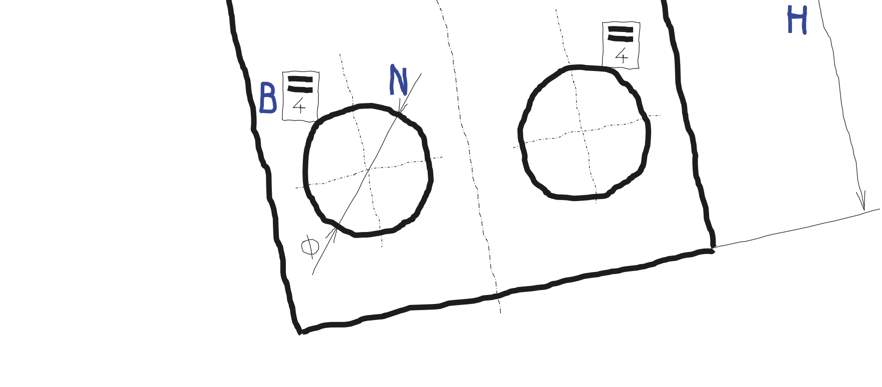
- √ La placa tiene un contorno rectangular (D, E, J)
- √ Los agujeros son iguales (B), y redondos (símbolo Ø en la cota N)

La cota contiene información de forma y tamaño

Ejecución

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Identifique las restricciones que controlan el tamaño de la placa…



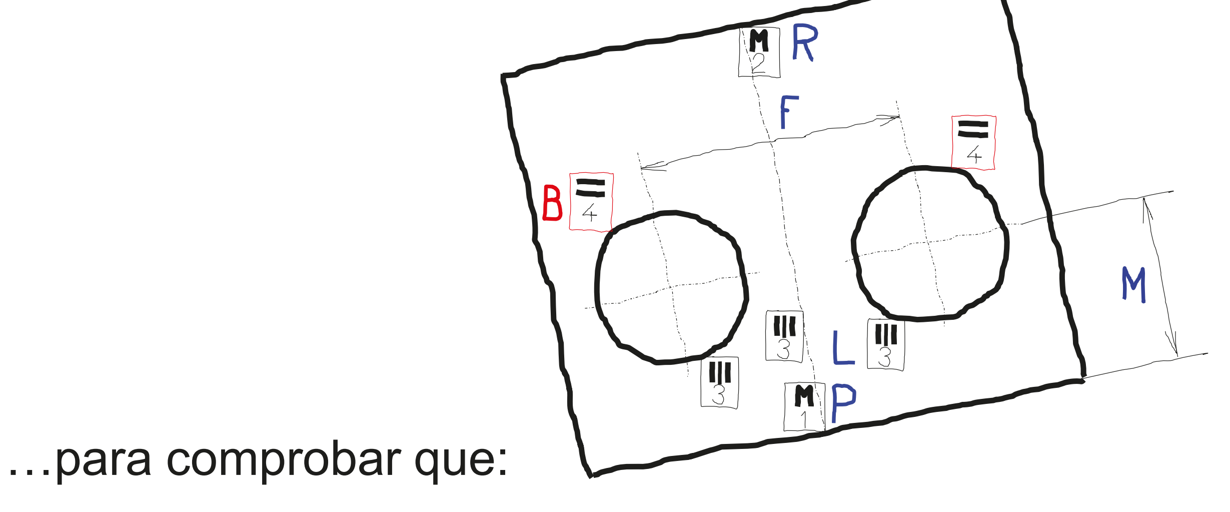
…para comprobar que

√ El borde rectangular es de dimensiones K x H

√ Los agujeros son iguales (B), y de diámetro N

Ejecución

Identifique las restricciones que controlan la posición de los elementos que conforman la placa…



…para comprobar que:

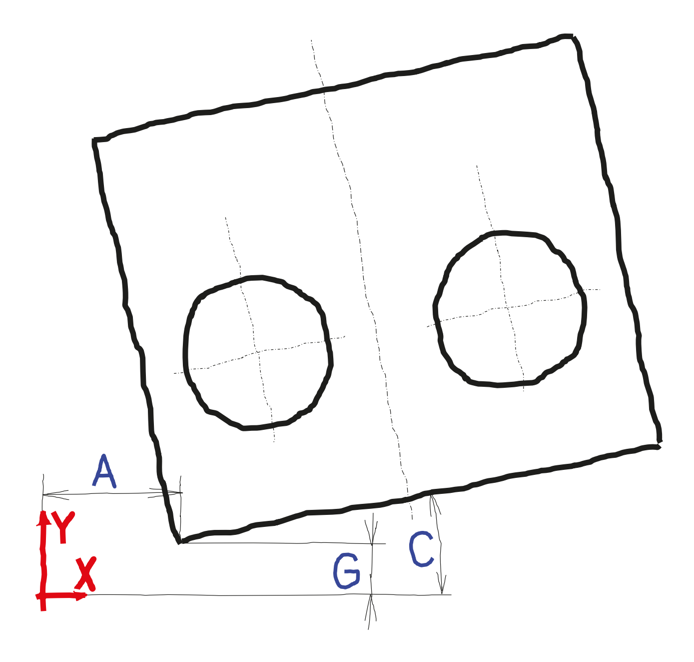
- √ Los agujeros están a una altura M respecto a la base del rectángulo
- √ Los agujeros están colocados simétricamente (L)

  Puesto que los símbolos L tocan a las circunferencias, no solo sus centros, sino ellas mismas son simétricas, por lo que el símbolo B sobra

- √ Los agujeros están simétricamente separados una distancia F
- √ El eje de simetría está centrado respecto a los puntos medios de los lados largos del rectángulo (P, R)

Ejecución

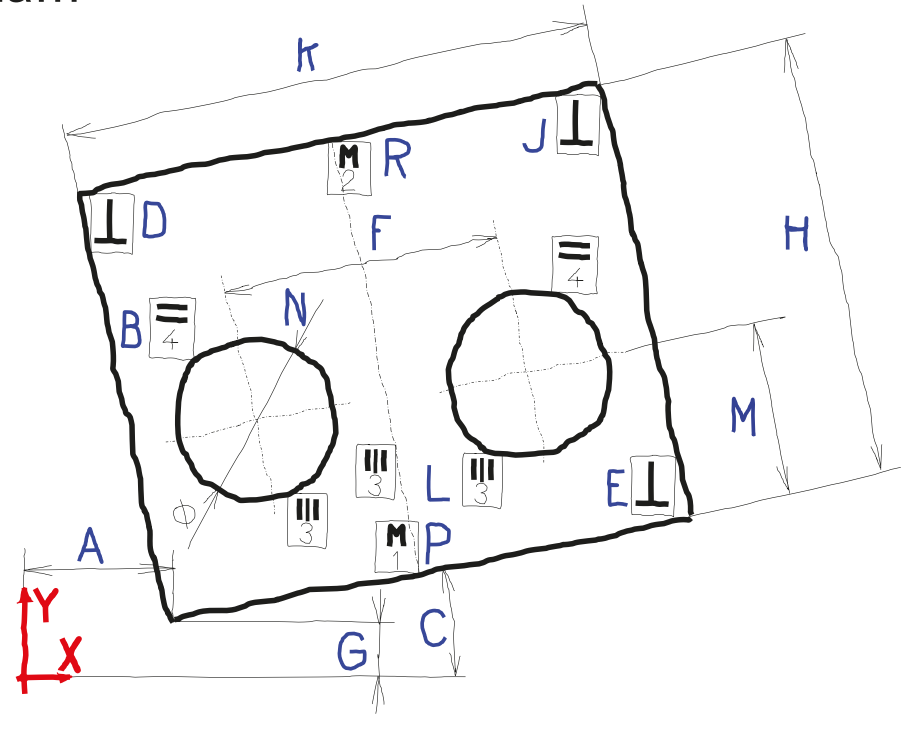
Identifique las restricciones que controlan la posición y orientación de la placa…



…para comprobar que:

- √ La placa no puede trasladarse sin modificar las cotas A ó G
- √ La placa no puede rotar sin modificar la cota C

Del análisis se concluye que la placa está completamente restringida…



…aunque la restricción B (que hace iguales las circunferencias) es *redundante* con la L (que las hace simétricas)

Debido a que simetría-de-circunferencias implica posición simétrica de sus centros y mismo diámetro

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 La geometría requiere el empleo preciso de restricciones explícitas para definir las formas geométricas

Las restricciones implícitas no son aceptables, porque no permiten gestionar geometrías parametrizadas

2 Para analizar una figura restringida, es conveniente distinguir, al menos, entre restricciones de forma, tamaño y posición

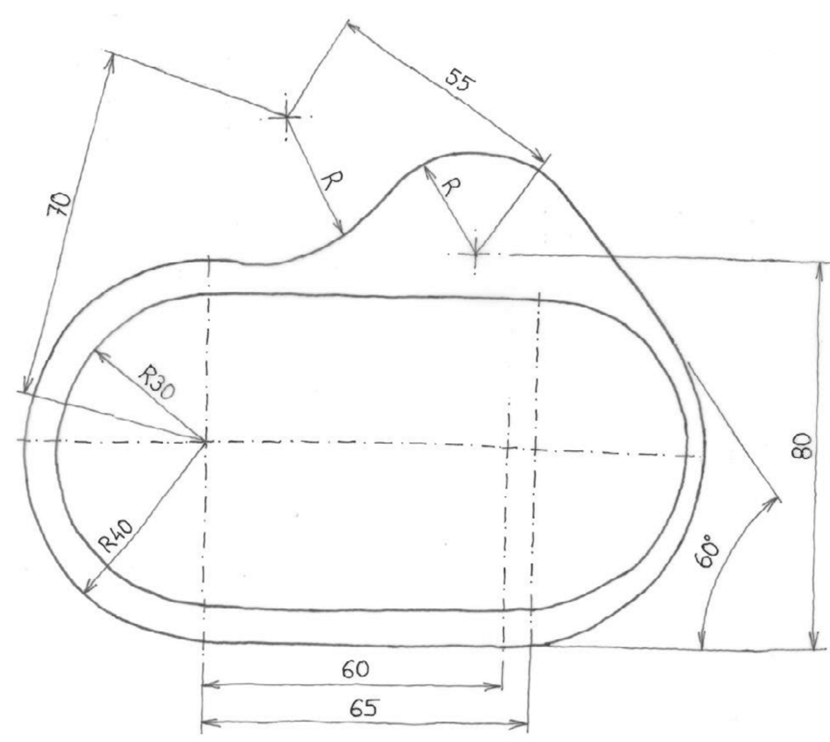
Aunque se puede distinguir entre movimiento relativo de elementos de la figura, y movimiento absoluto de cuerpo rígido de toda la figura

3 Las restricciones extrínsecas, que vinculan la figura geométrica con una referencia externa (tal como un sistema de coordenadas) son las más apropiadas para controlar la posición y orientación

Ejercicio 1.0.2. Junta

Tarea

En la figura adjunta se muestra un croquis de una junta que se quiere dibujar en una aplicación CAD paramétrica:



Tarea:

A Añada, mediante símbolos explícitos, las restricciones implícitas que hacen que la junta sea una forma geométrica perfectamente definida

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Compruebe que la figura es construible:

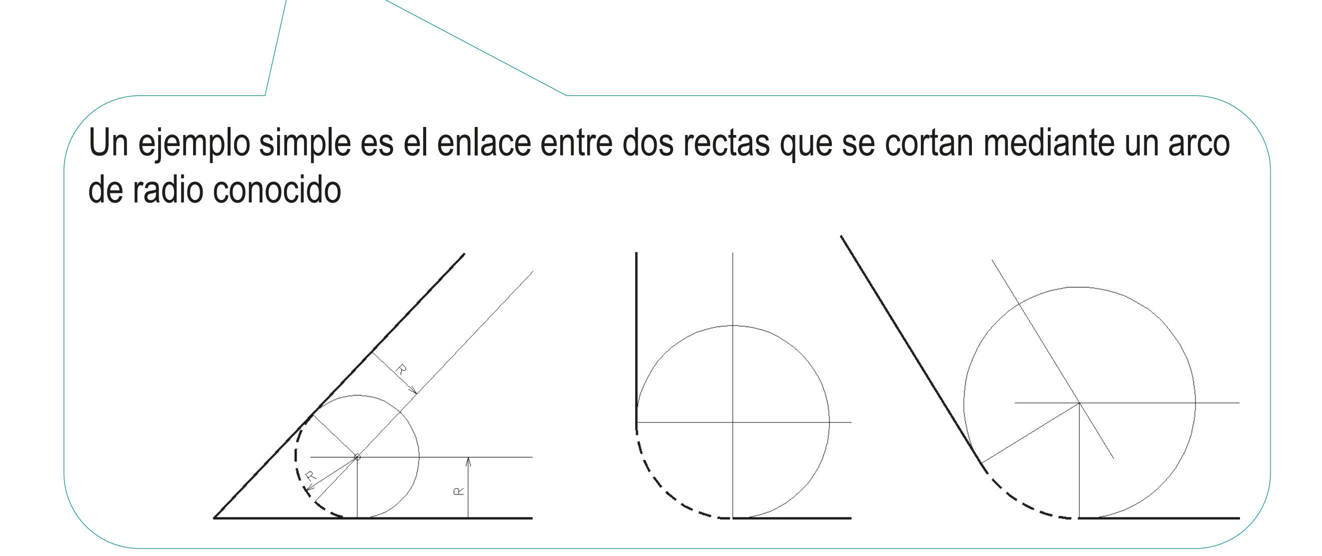
- √ Aísle los diferentes componentes geométricos:
  - √ Contorno interior
  - √ Contorno exterior
- √ Enumere las relaciones implícitas que percibe en el dibujo
  - √ Líneas con orientaciones particulares (horizontales o verticales)
  - √ Circunferencias concéntricas
  - √ Enlaces tangentes
- √ Busque datos aparentemente incompletos:
  - √ Radios con medida no indicada
- √ Compruebe si existe solución geométrica para resolver las relaciones implícitas

2 Sobre el dibujo del enunciado, añada los símbolos correspondientes a las restricciones detectadas

Estrategia

Para comprobar si existe solución geométrica para resolver las relaciones implícitas, recuerde que:

√ Los enlaces entre rectas y arcos se resuelven teniendo en cuenta que el centro del arco debe estar en una recta paralela a la que enlaza y a una distancia igual al radio del arco que enlaza



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Tarea

Estrategia

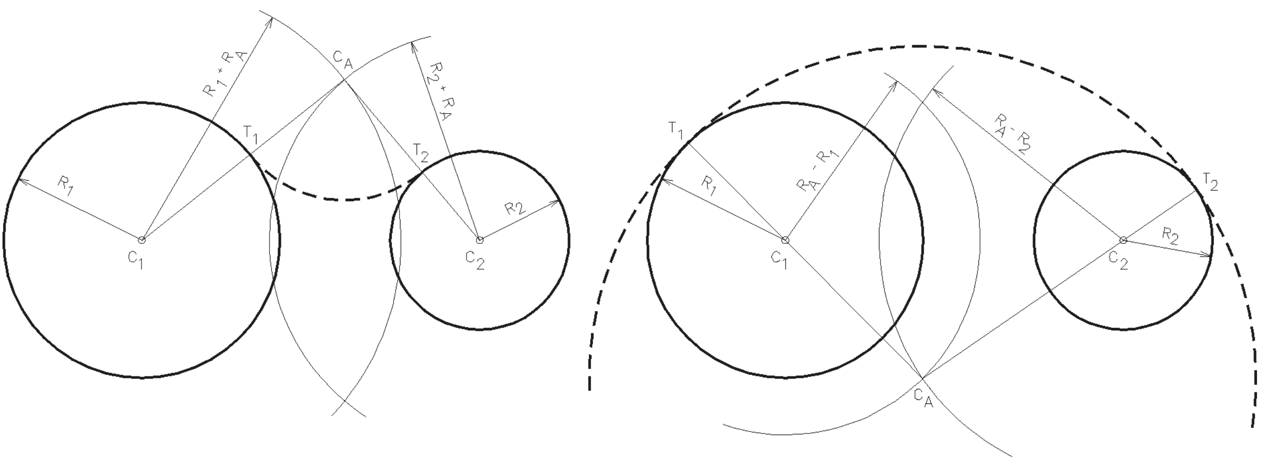
Ejecución

Conclusiones

√ Los enlaces entre arcos de circunferencia se resuelven teniendo en cuenta que los centros de los arcos deben estar alineados con el punto de tangencia y que los radios se suman o se restan, según que los arcos sean exteriores o interiores

Un ejemplo simple es unir dos circunferencias dadas por medio de un arco tangente a ambas y de radio dado

Para determinar el centro se trazan circunferencias auxiliares concéntricas con las dadas:

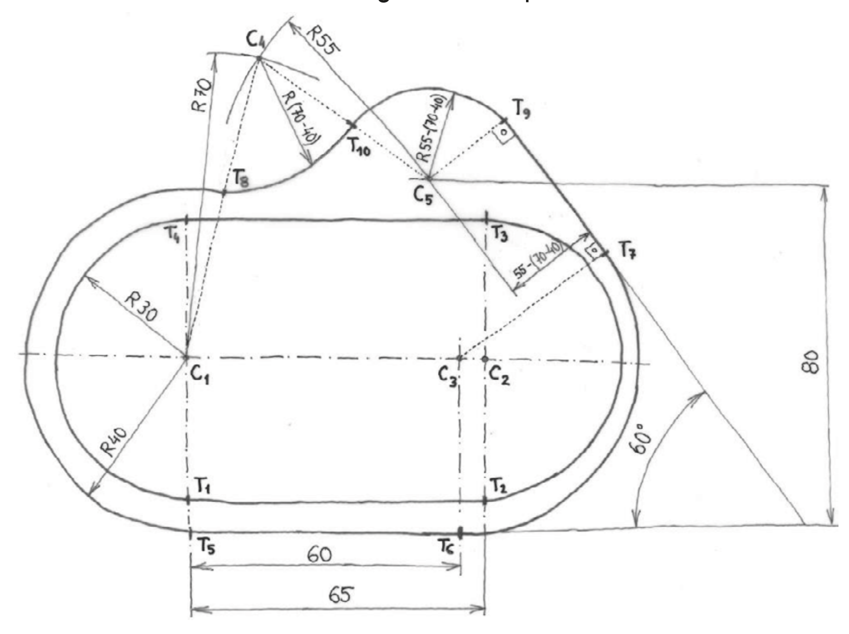


Para obtener el centro del radio exterior, las circunferencias auxiliares deben tener radio igual al del arco más el de cada una de ellas (R_A+R_1 y R_A+R_2)

Para obtener el centro del radio interior, las circunferencias auxiliares deben tener radio igual al del arco menos el de cada una de ellas (R_A-R_1 y R_A-R_2)

Compruebe que la figura es construible:

- √ El arco R30 se construye a partir de un centro arbitrario C_1
- √ El otro arco R30 se construye a partir de un centro C_2 situado a 65 mm en horizontal de C_1
- √ Las rectas que cierran el contorno interior son tangentes en los puntos cuadrantes de los arcos (T_1, T_2, T_3, T_4)
- √ El arco R40 es concéntrico en C_1 con el R30
- √ El otro arco R40 se construye a partir de un centro C_3 situado a 60 mm en horizontal de C_1
- √ La recta inferior del contorno exterior es tangente en los puntos cuadrantes de los arcos (T_5, T_6)
- √ La recta inclinada del contorno exterior es tangente en el punto de intersección de un radio perpendicular (T_7)



Ejecución

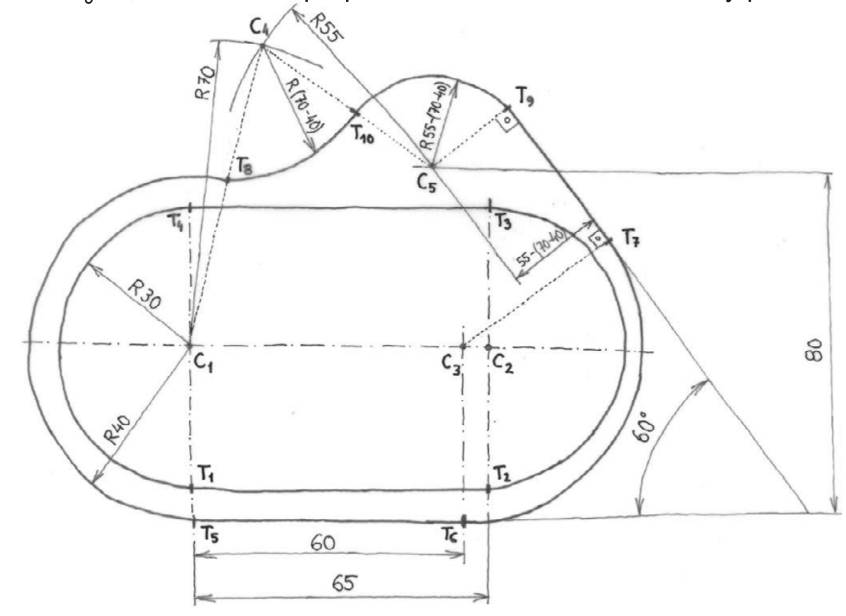
Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

- √ El centro C_5 está en el lugar geométrico de la intersección de una recta horizontal a una distancia de 80 mm de la inferior, y una recta paralela a la inclinada y a una distancia de ella de 55-(70-40) mm
- √ El centro C_4 está en el lugar geométrico de la intersección de un arco de radio 70 mm y centro en C_1, y otro arco de radio 55 mm y centro en C_5
- √ El radio de la izquierda es la diferencia entre la distancia entre centros (70 mm) y el radio inferior (R40)
- √ El punto de tangencia T_8 está en la recta que une C_1 y C_4
- √ El radio de la derecha es la diferencia entre la distancia entre centros (55 mm) y el radio de la izquierda (70-40)
- √ El punto de tangencia T_{10} está en la recta que une C_4 y C_5
- √ El punto de tangencia T_9 está en la recta perpendicular a la recta inclinada y pasando por C_5



Identifique las restricciones que controlan la forma colisa del contorno interior

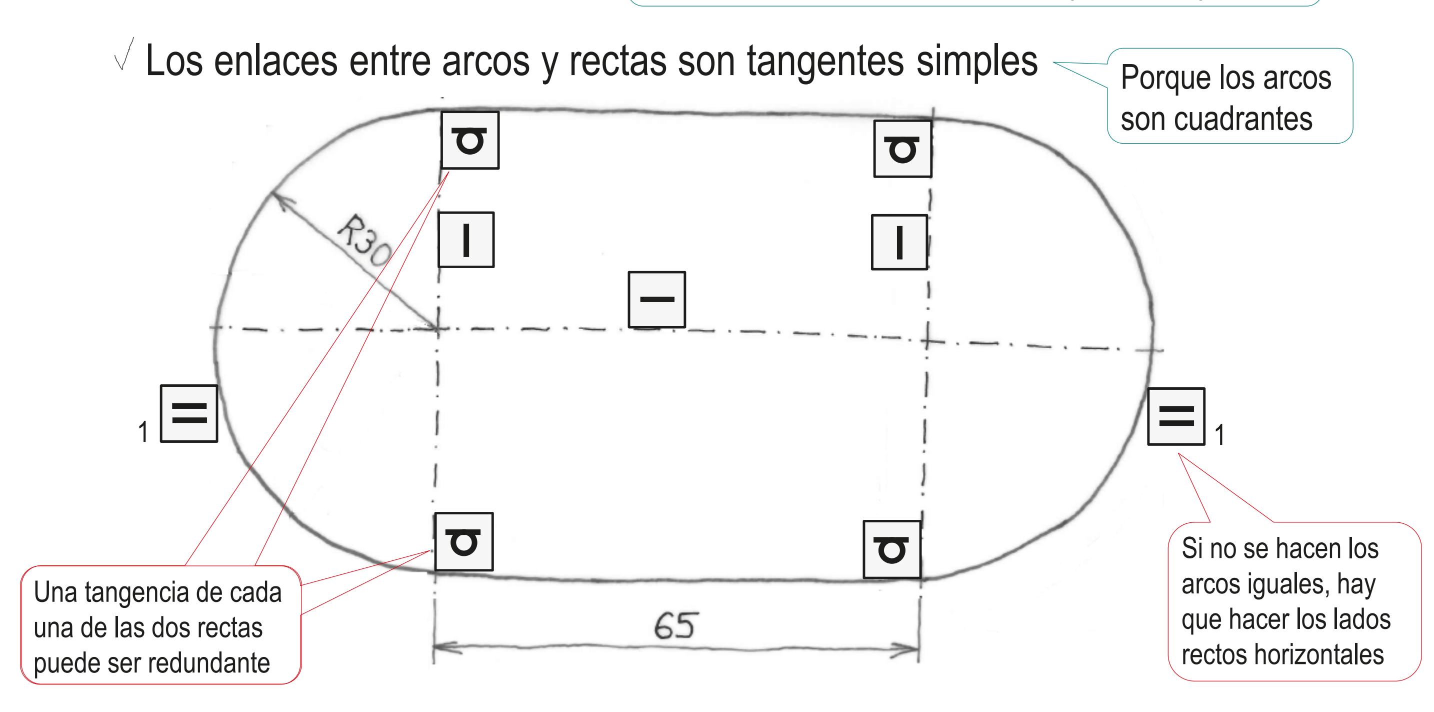
√ Los ejes deben ser perpendiculares

Para obtener una orientación simple, puede colocar un eje horizontal y los otros verticales

Esto implica vincular el dibujo respecto a un sistema de coordenadas implícito en la hoja del dibujo

√ Los enlaces entre arcos y rectas son tangentes simples

Porque los arcos son cuadrantes



ISBN: 978-84-18432-81-1

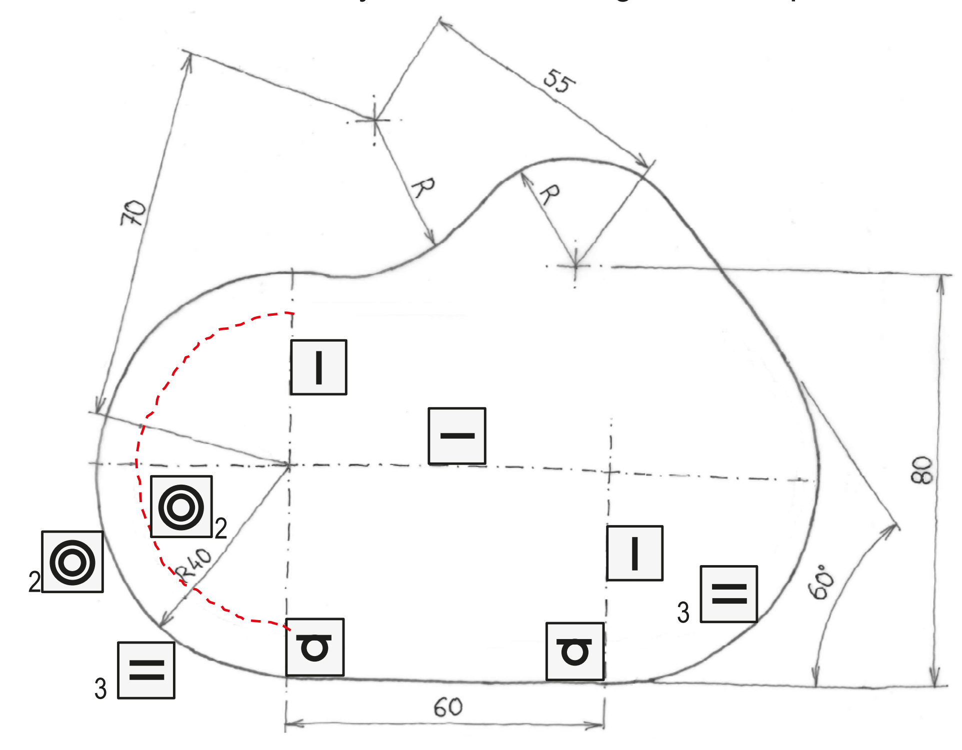
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Identifique las restricciones que controlan *la parte colisa* del contorno exterior

√ El eje horizontal es común con el del contorno interior

Porque los arcos de la parte izquierda son concéntricos

√ Los enlaces entre arcos y rectas son tangentes simples



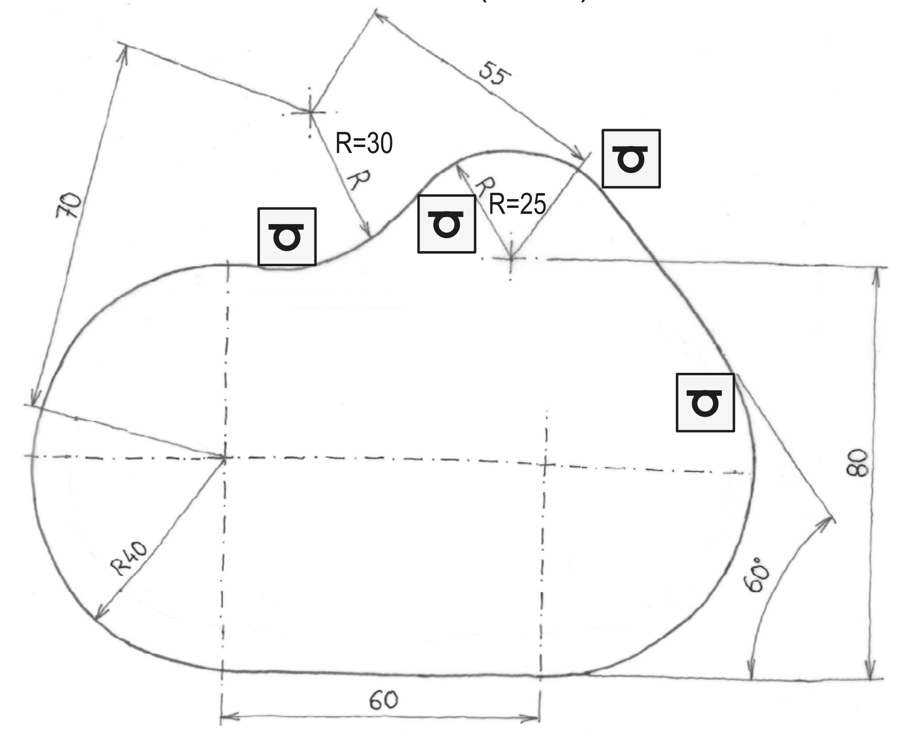
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Añada las restricciones que controlan *la parte no colisa* del contorno exterior

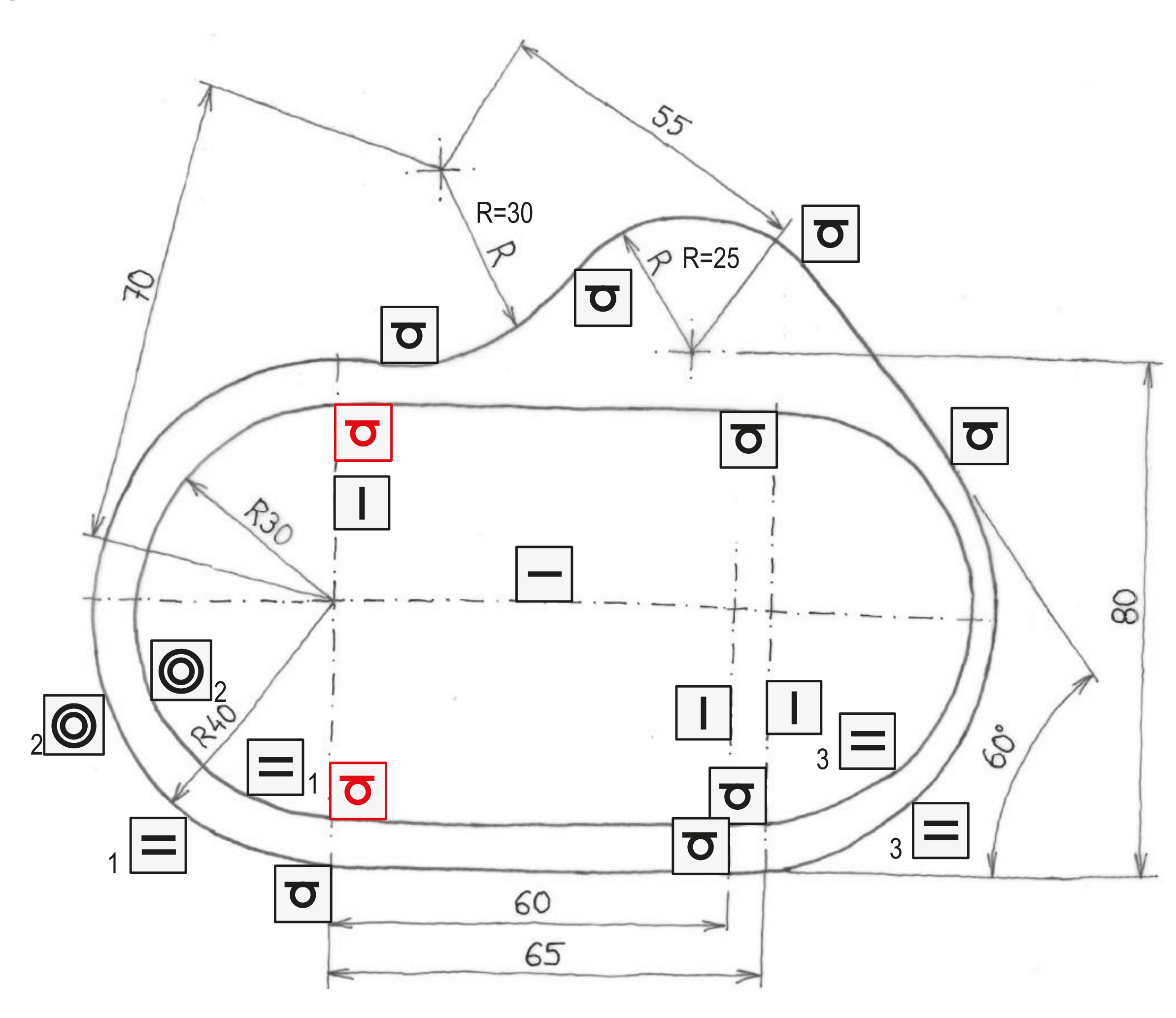
√ El radio del arco de la izquierda debe medir 70-40 mm

Porque los radios se suman en la distancia entre centros

√ El radio de la derecha debe medir 55-(70-40)



La figura completamente definida queda así:



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Las restricciones implícitas no se perciben de forma consciente, salvo que se haga un esfuerzo para lograrlo

> Las restricciones implícitas deben hacerse explícitas para parametrizar una figura

2 Para detectar las restricciones implícitas conviene descomponer las figuras en partes más sencillas

> Aunque el criterio de descomposición no es único

3 Algunas restricciones interactúan de formas complejas, por lo que es necesario analizar las figuras para determinar si están bien restringidas

Ejercicio 1.0.3. Cantonera ranurada

Tarea

En la figura adjunta se muestran las tres vistas ortográficas principales de una cantonera ranurada de forma poliédrica

Objeto macizo delimitado por caras

40

Tareas:


Obtenga un dibujo isométrico de la cantonera a mano alzada


Sobre una reproducción a mano alzada de la figura del enunciado, acote la pieza de forma normalizada, sabiendo que el tamaño viene indirectamente definido por la cota dada

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga el dibujo axonométrico:

- √ Haga bocetos para estudiar si la forma que cree percibir coincide con las vistas dadas
- √ Dibuje primero las líneas principales de contorno
- √ Añada los detalles al final

Dibuje las vistas ortográficas a mano alzada:

- √ Dibuje primero las líneas principales de contorno
- √ Añada los detalles

Acote las vistas ortográficas *después* de saber la forma del objeto:

- √ Descomponga imaginariamente el objeto en partes más sencillas
- √ Acote el tamaño y la posición de cada parte

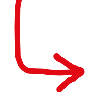
Recuerde que no se acotan vistas…
…se acotan objetos, a través de vistas

Para acotar bien, es imprescindible saber cómo es el objeto

ISBN: 978-84-18432-81-1

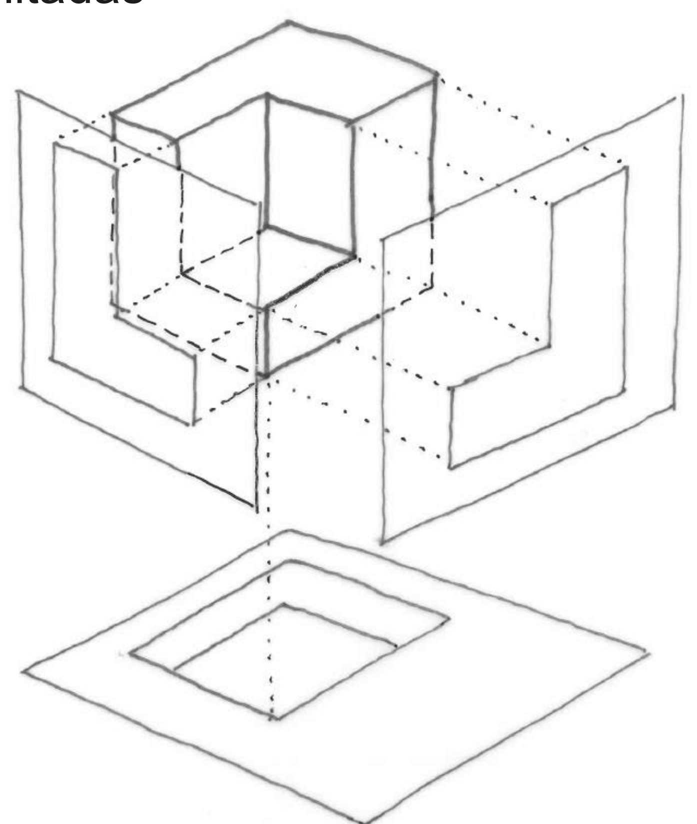
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Intente imaginar una pieza cuya forma corresponda con las vistas dadas



Dibuje un boceto para comprobar si la pieza que imagina concuerda con las vistas facilitadas

- √ Descarte los detalles e imagine una pieza "aproximada"
- √ Compruebe si las vistas principales de la pieza imaginada son compatibles con las vistas dadas
- √ Añada los detalles, y complete la pieza imaginada, mientras sea necesario



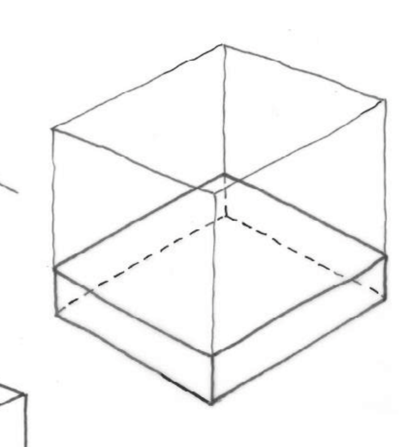
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Dibuje una vista pictórica de la pieza, empezando por lo general, y acabando con los detalles

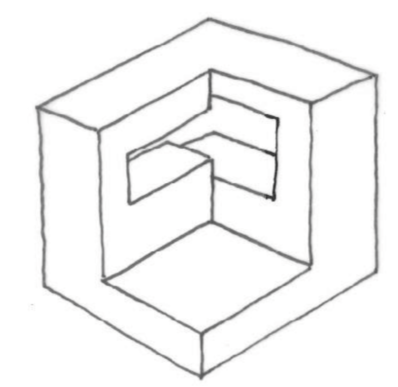
√ Dibuje los ejes y el contorno principal





√ Dibuje con detalle la base

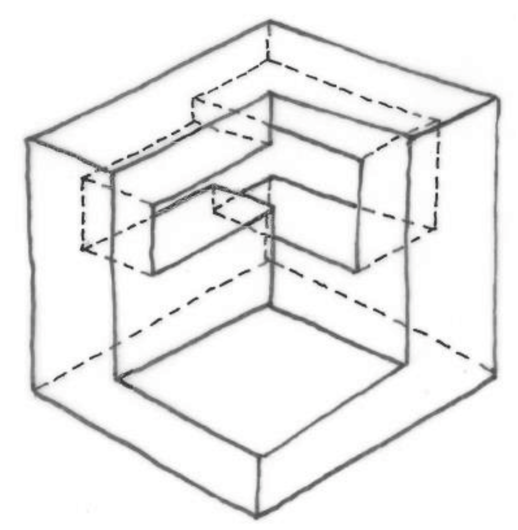
√ Añada las paredes (lateral y trasera)



√ Añada la parte visible de las ranuras (sin aristas ocultas)

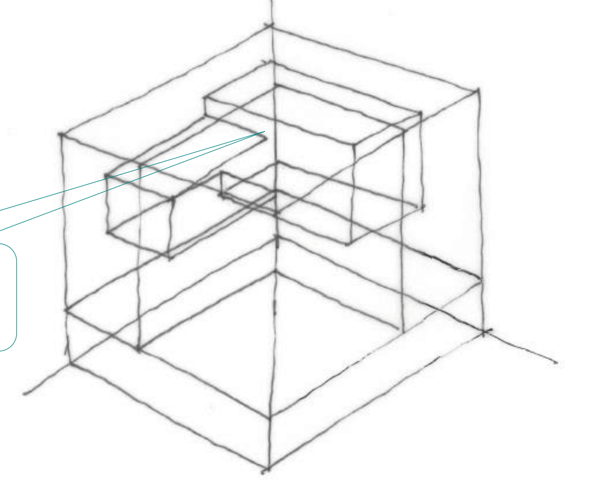
Ejecución

√ Añada las aristas ocultas



Alternativamente, dibuje todas las líneas que definen la pieza…

No se preocupe por completar los detalles



…para repasar luego por encima las líneas definitivas

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Dibuje las vistas principales a mano alzada

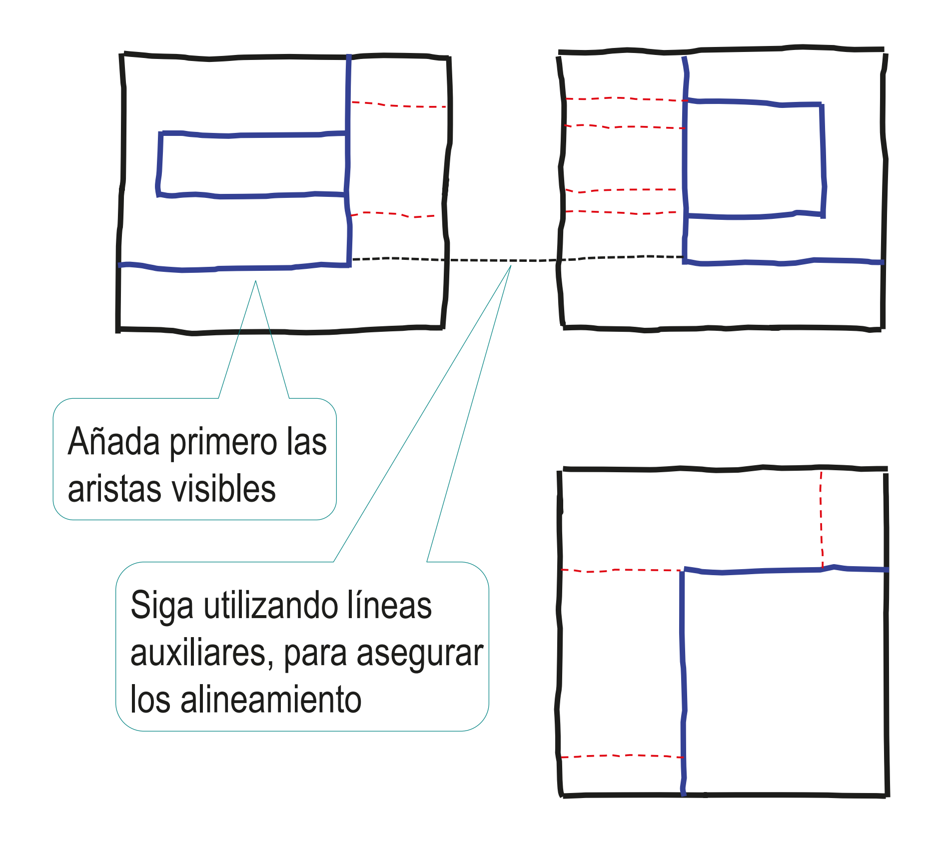
√ Dibuje los contornos de las vistas

Para asegurar su proporcionalidad

Vincule las vistas mediante líneas auxiliares, para asegurar su alineamiento

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Añada las líneas interiores



ISBN: 978-84-18432-81-1

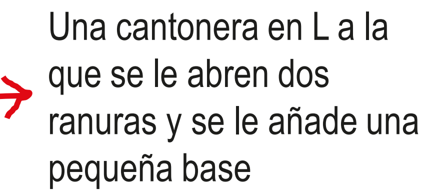
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

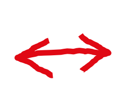
Analice la pieza, distinguiendo los componentes de alguna de sus diferentes configuraciones posibles

Puede imaginar la pieza de múltiples formas:

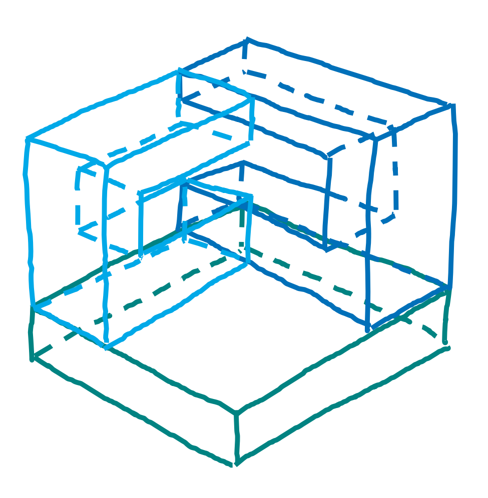
Una base sobre la que descansan dos paredes ranuradas (lateral y de fondo)

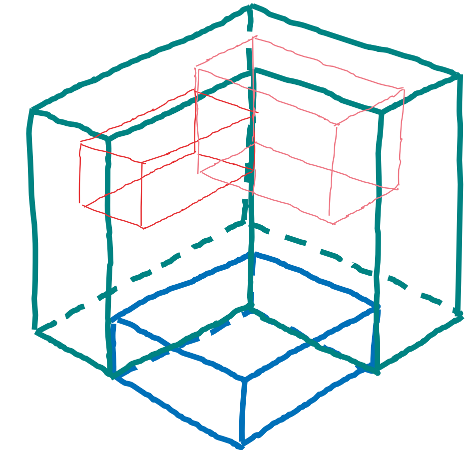


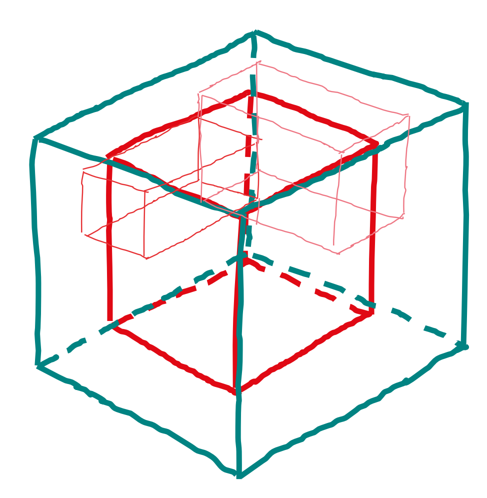
Una cantonera en L a la que se le abren dos ranuras y se le añade una pequeña base



Un prisma al que primero se le quita el hueco de un escalón, y luego unas ranuras







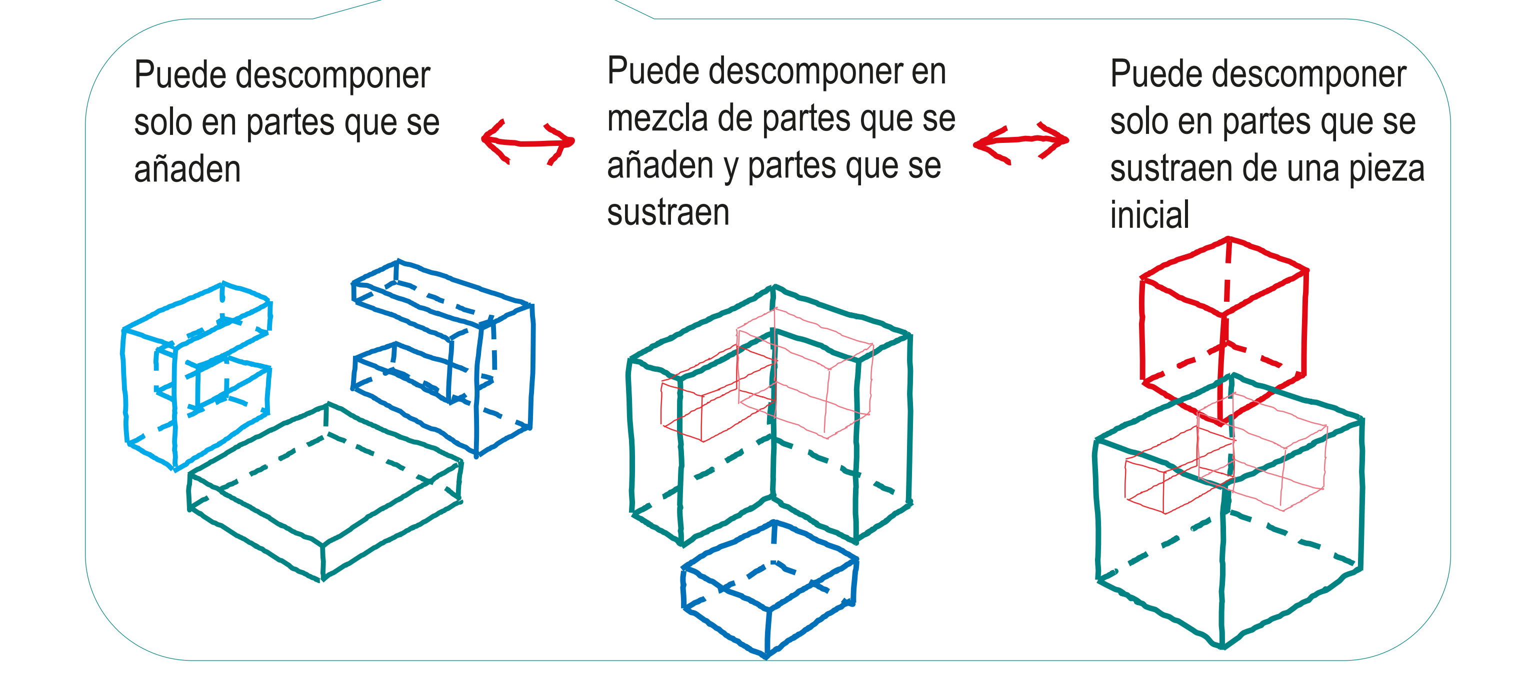
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Las diferentes descomposiciones no son equivalentes

Cada una de ellas corresponde con diferente:

- √ Intención de diseño
- √ Procedimiento de fabricación
- Combinaciones geométricas

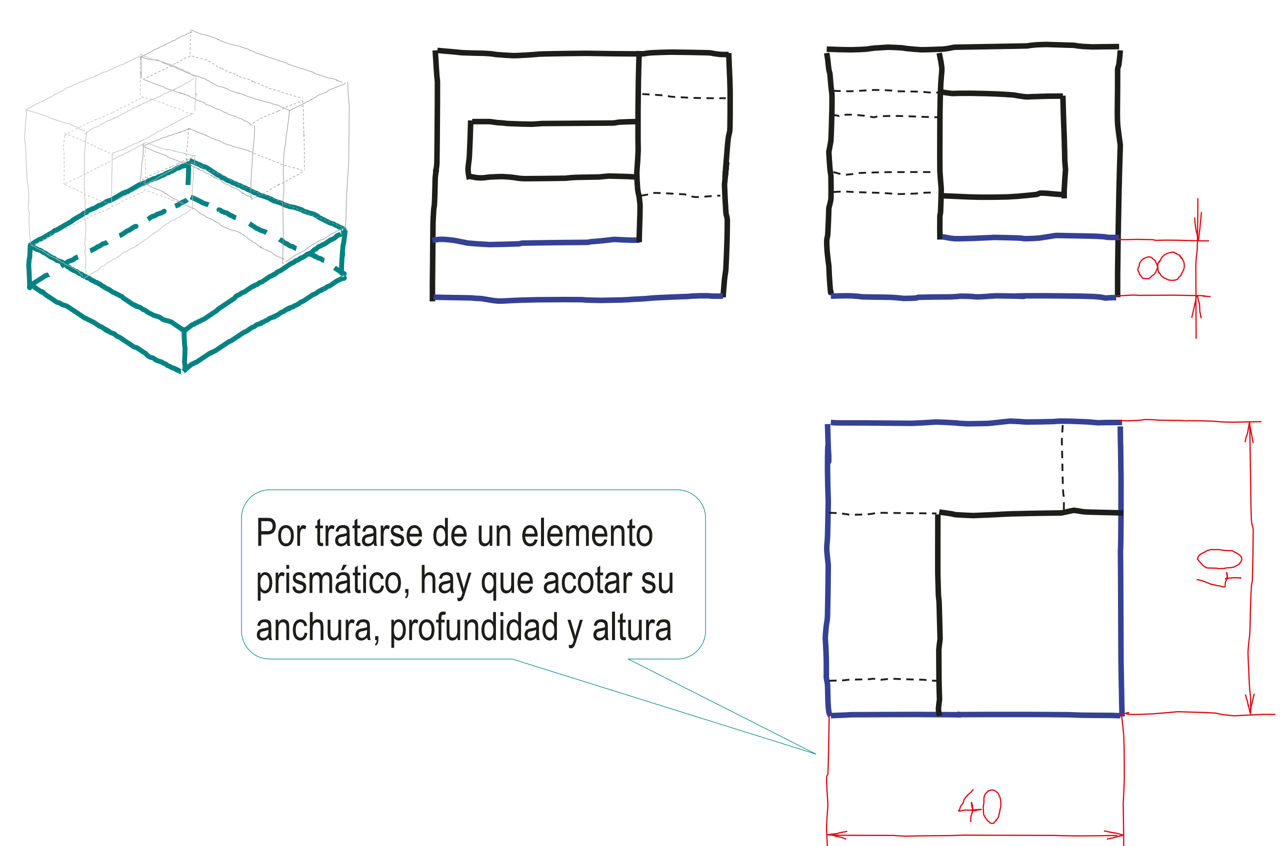


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Acote la pieza, distinguiendo los componentes definidos al analizar la forma:

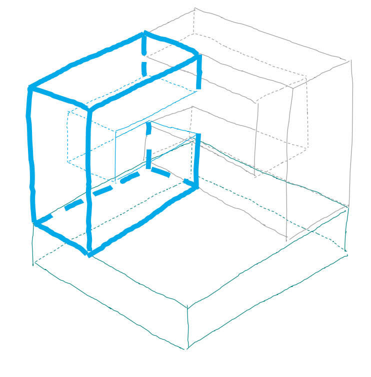
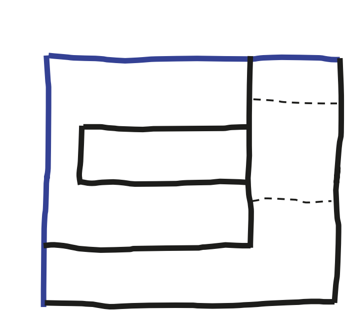
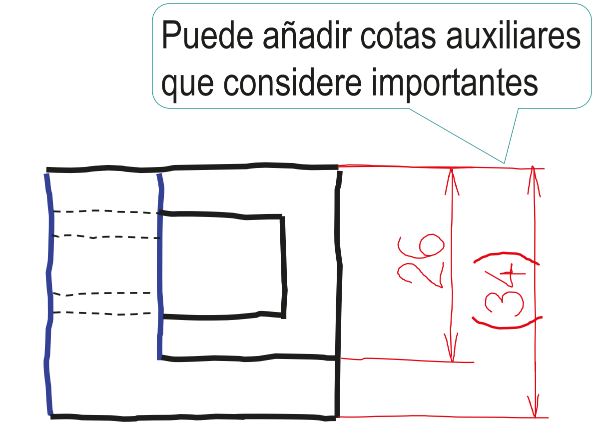
√ Acote las dimensiones de la base

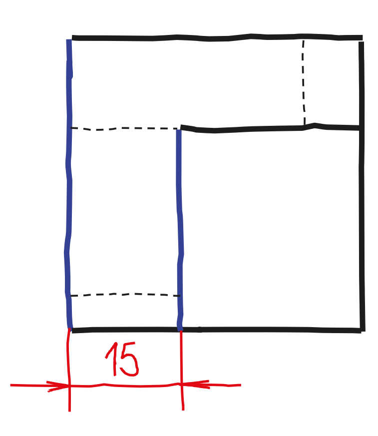


Ejecución

√ Acote el tamaño (y posición) de la pared lateral

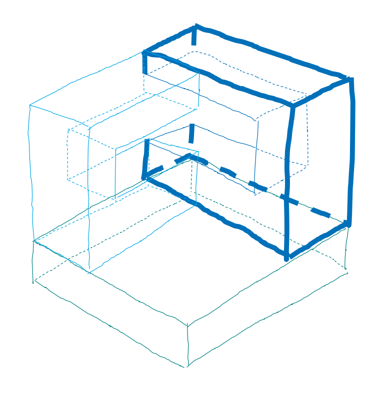
Puede añadir cotas auxiliares que considere importantes

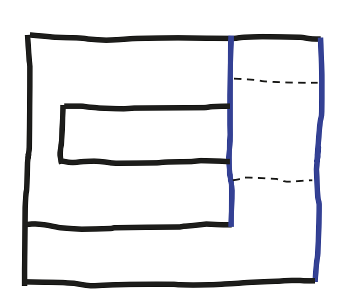




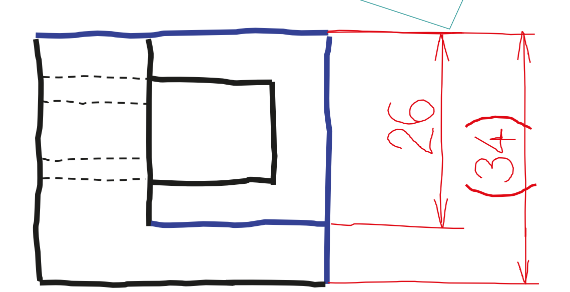


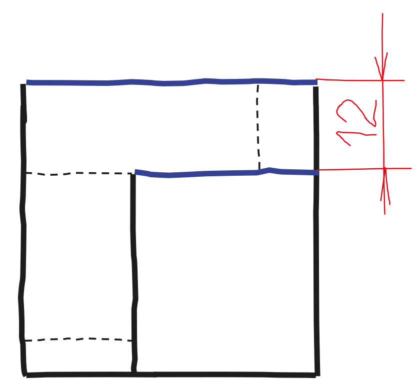
√ Acote la pared trasera

No debe repetir cotas que ya se hay utilizado para otros elementos que comparten tamaño y/o posición





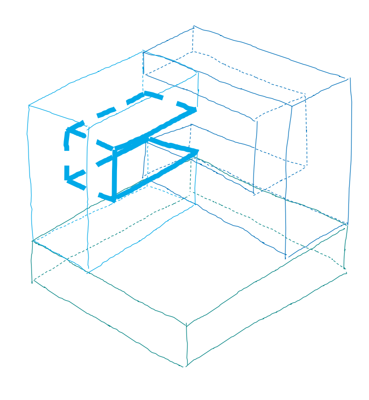


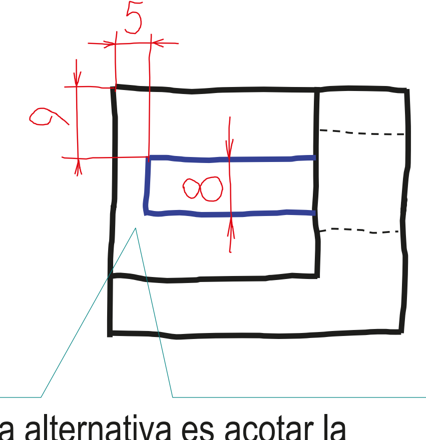


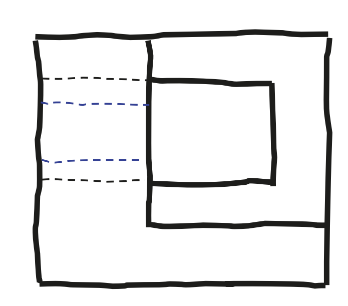
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

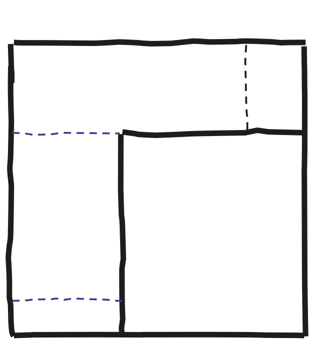
√ Acote la ranura de la pared lateral







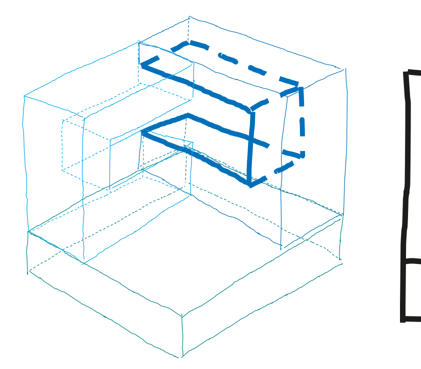
Una alternativa es acotar la anchura de la ranura, y su posición

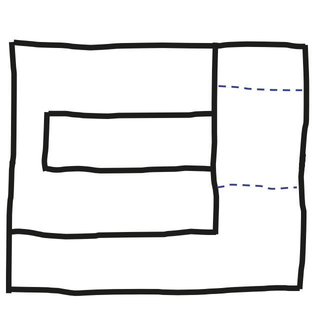


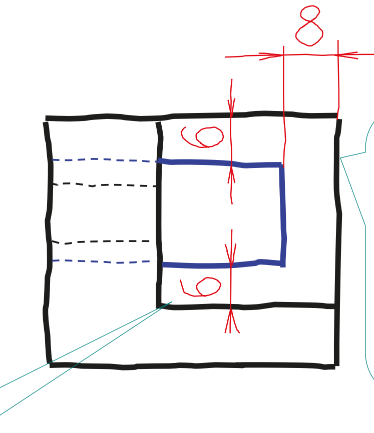
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

√ Acote la ranura de la pared trasera

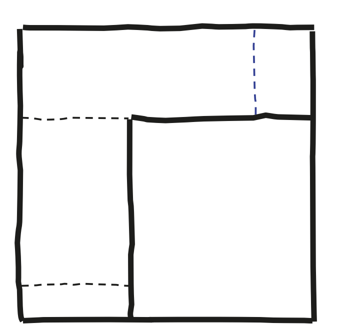






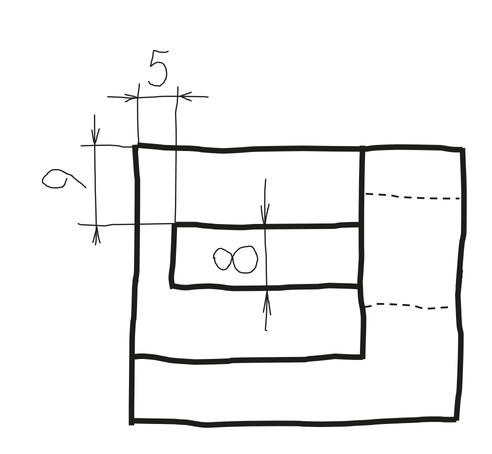
Otra alternativa es acotar los espesores de pared maciza que quedan tras añadir la ranura

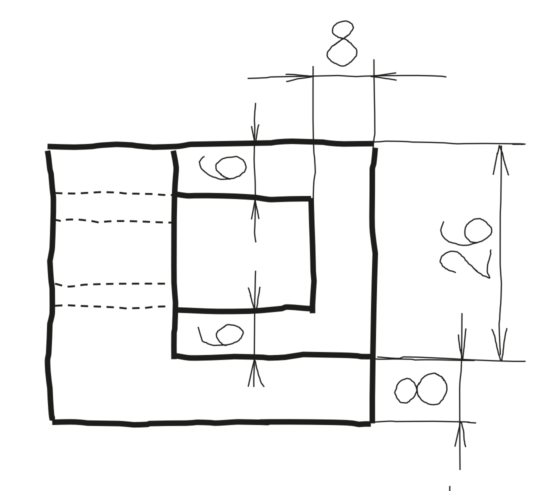
También se puede decir que esta acotación da más importancia a la posición del agujero (el efecto que produce en la pared), que a su tamaño

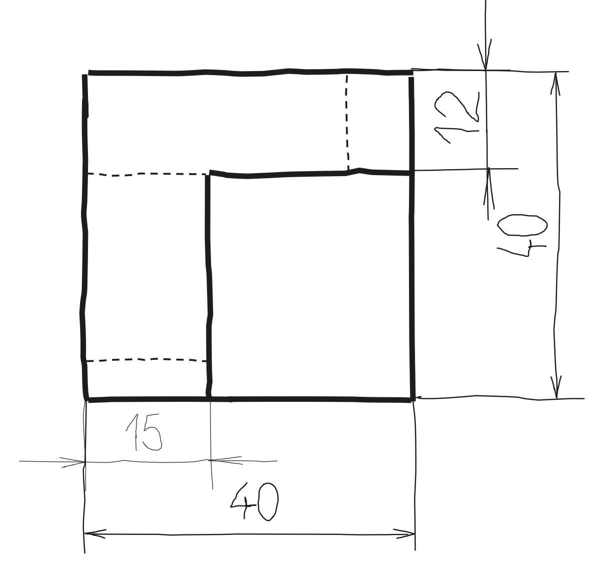


ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Organice todas las cotas, para obtener el resultado final





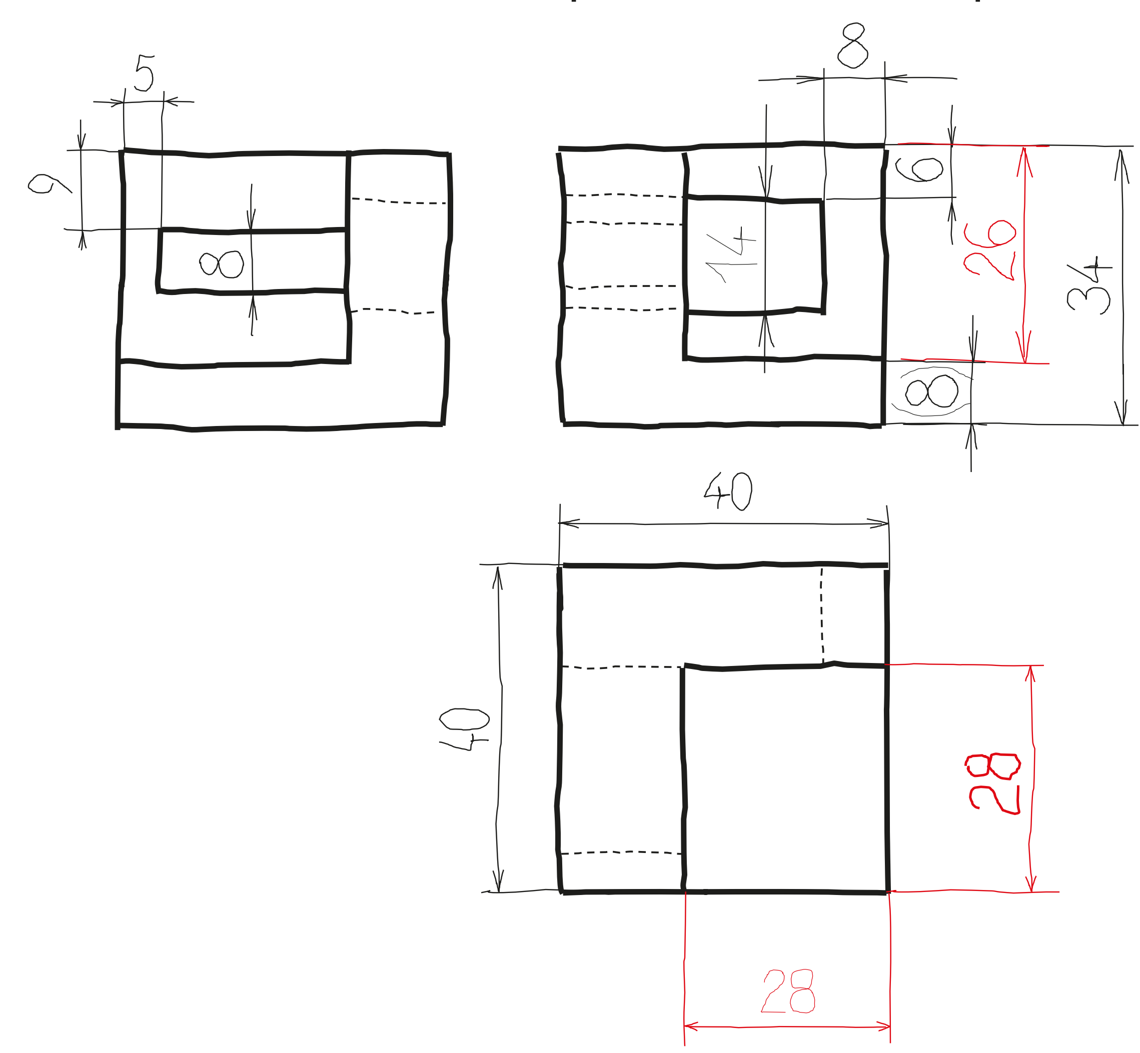


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



El resultado será diferente para cada descomposición:



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Las vistas ortográficas requieren capacidad de visión espacial para interpretar el modelo que representan

> Son útiles para medir, pero difíciles de ver

2 Para construir una vista pictórica a mano alzada hay que replicar el procedimiento de construcción con instrumentos

> ¡Utilice las mismas líneas constructivas y siga los mismos pasos que para delinear la vista!

3 Para construir una representación multivista conviene dibujar primero los contornos y añadir después el resto de líneas

> Así es más fácil mantener las proporciones, y conseguir el alineamiento entre vistas

4 Para acotar se requiere visión espacial, porque NO se deben acotar vistas, sino objetos

> Representados mediante vistas

Capítulo 1.1. Diseño con modelos CAD

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción

La evolución histórica muestra que los modelos CAD 3D se han convertido en la representación principal del producto durante el proceso de diseño de productos industriales

En el método de "diseño-por-dibujos" se usaban dibujos delineados con instrumentos tradicionales (regla y compás)



La primera revolución de los ordenadores contribuyó a asistir y/o automatizar el proceso de dibujo (CAD 2D)



La segunda revolución cambió el paradigma a "diseño con modelos virtuales" (CAD 3D)

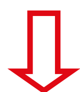


ISBN: 978-84-18432-81-1

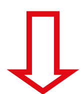
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

La evolución se puede resumir como sigue:

DISEÑO POR DIBUJOS
desde el final del siglo XVII



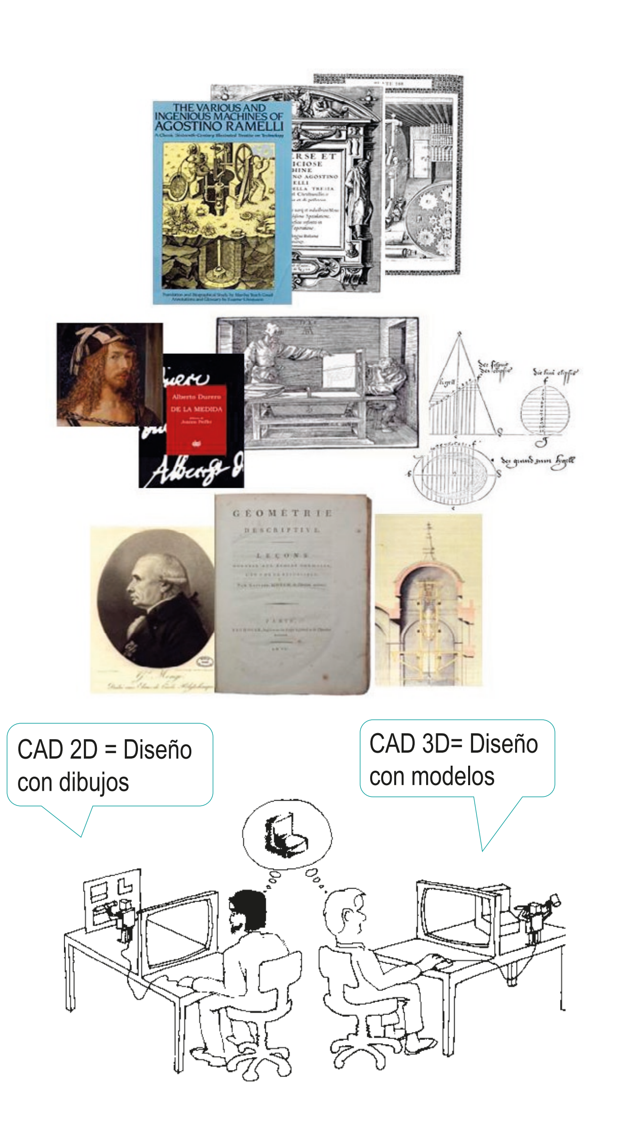
Dibujos parcialmente automatizados
por el CAD 2D
durante la segunda mitad del siglo XX



CAD 3D introducido al final
del siglo XX



El paradigma actual es
DISEÑO POR MODELOS VIRTUALES



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Métodos de diseño

Introducción

Métodos de diseño

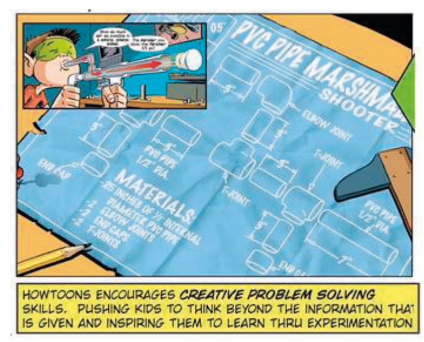
Calidad

Validez

Rúbrica

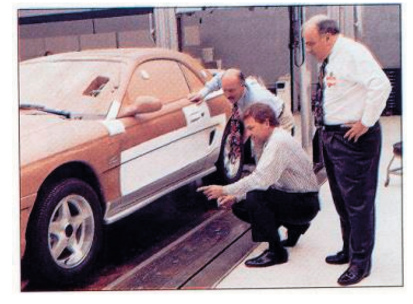
En la actualidad, aún coexisten tres métodos:

1. Diseño-por-dibujos



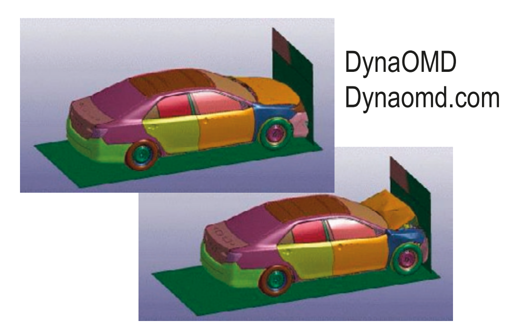
http://www.howtoons.com/images/pdf/VCGworkbook.pdf

2. Diseño-por-modelos-físicos



G. Bertoline, et al. Fundamentals of graphics communication. McGraw-Hill, 2011

3. Diseño-por-modelos-virtuales



DynaOMD
Dynaomd.com

Vamos a ver sus semejanzas y diferencias

Métodos de diseño

El método de diseño cambia entre CAD 2D y 3D:

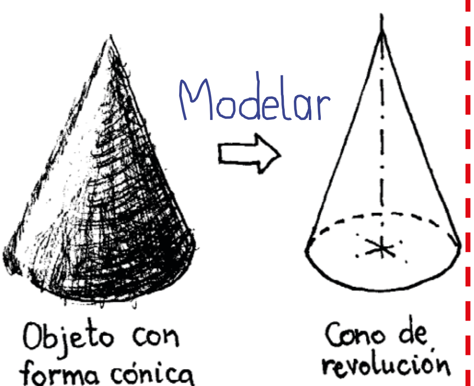
Con CAD 3D se puede hacer diseño mediante modelos

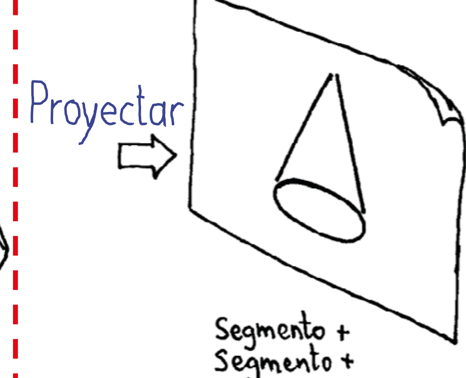
Las aplicaciones 3D trabajan directamente con el modelo geométrico tridimensional

El usuario manipula una escena de formas tridimensionales, y no tiene que realizar el proceso de proyección para visualizar la escena

Con CAD 2D se puede hacer diseño mediante dibujos

Con aplicaciones 2D es el usuario quien debe generar las imágenes planas del modelo, aplicando el proceso de "modelado+proyección"







Más detalles sobre proyecciones en 1.0.3

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Métodos de diseño

El diseño-por-modelos-físicos se combina con el diseño-por-dibujos, dado que ambos son complementarios:

Dibujos	Modelos físicos
√ Rápido y barato	× Lento y costoso
✗ Capacidad de análisis reducida	✓ Gran capacidad de análisis
√ Útil para comunicar	× Inútil para comunicar
Útil para diseño simples	Útil para diseños complejos

El método resultante es una mezcla:

El diseño conceptual se hace con dibujos, mientras que el diseño de detalle se refina con modelos físicos

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Métodos de diseño



Los modelos digitales mejoran los métodos previos, porque son:

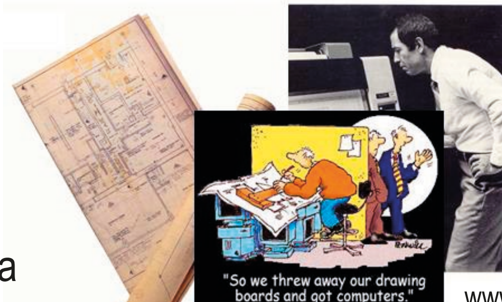
1. Más rápidos y baratos que los modelos físicos y los dibujos
2. Útiles para
   - √ Definir el diseño
   - √ Analizar el diseño
   - √ Comunicar el diseño

Los dibujos dejan de ser necesarios!



Pero la evolución no se ha completado, porque:

- √ El papel todavía tiene mucho peso y mucha inercia

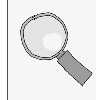


www.cadcartoons.com

- √ El nuevo lenguaje no está todavía completamente estandarizado







Más detalles en lección 1.10 y lección 4.0

Calidad

Para completar la evolución hacia los modelos digitales hay que garantizar su calidad

El concepto de calidad es muy genérico, por lo que vamos a desarrollarlo en seis cualidades específicas:

- √ Válido
- √ Completo
- √ Consistente
- √ Conciso
- √ Claro
- √ Con intención de diseño

Estas seis dimensiones de la calidad de los modelos CAD se describen con detalle en las lecciones siguientes, al tiempo que se introducen las diferentes estrategias y herramientas de modelado

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Validez

El primer requisito de calidad es que los documentos que contienen los modelos virtuales 3D sean válidos

Esto es importante, porque los documentos de diseño:

- √ Deben ser reusados
- √ Tienen implicaciones legales





En un nivel básico, los documentos o ficheros CAD son válidos si:

- √ Se puede encontrar el documento
- √ Se puede abrir el documento, con la aplicación apropiada
- √ Se puede usar el documento con seguridad

A mayor nivel, se debe gestionar también el control de acceso



Más detalles sobre control de acceso en lección 2.0

Vamos a ver que los usuarios del CAD pueden contribuir a garantizar la validez a través de buenas prácticas

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Validez: encontrar

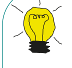
Las equivocaciones típicas que impiden encontrar documentos CAD incluyen:

- El documento no se salvó nunca

  Recomendaciones:
  - Acostúmbrese a salvar los documentos
  - Configure la aplicación CAD para que avise a los usuarios que la abandonen sin guardar

- El documento se guardó inadvertidamente en otra carpeta

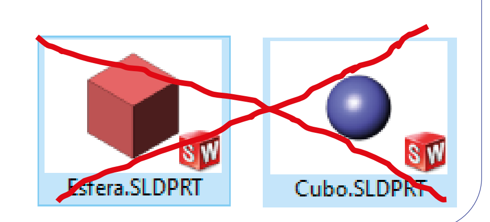
  Recomendaciones:
  - Fíjese en la estructura de carpetas mientras guarda ficheros
  - Use siempre criterios consistentes para salvar y nombrar ficheros



Si el fichero se ha perdido recientemente, trate de encontrarlo ejecutando la aplicación y abriendo los *Ficheros recientes*

- El fichero no contiene el modelo correcto

  Recomendaciones:
  - Compruebe que el fichero contiene el modelo descrito en el nombre del fichero
  - Compruebe que el modelo se relaciona con el objeto



Validez: abrir

Las equivocaciones típicas que impiden abrir documentos CAD incluyen:

- √ El documento se guardó inadvertidamente con un tipo (extensión) equivocado

Las aplicaciones CAD añaden automáticamente las extensiones correctas a los nombres de los ficheros

xxx.SLDPRT para modelos en SolidWorks®

Por error, los usuarios pueden quitar o cambiar la extensión

Recomendaciones:

- √ Acostúmbrese a prestar atención a las extensiones mientras salva los ficheros



Renombrar el fichero desde dentro del explorador de ficheros suele resolver el problema

- √ El documento está corrompido
- √ La aplicación CAD no se puede ejecutar
- √ El fichero es incompatible con la aplicación

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Validez: abrir

Las equivocaciones típicas que impiden abrir documentos CAD incluyen:

- El documento se guardó inadvertidamente con un tipo (extensión) equivocado
- El documento está corrompido
- La aplicación CAD no se puede ejecutar
- El fichero es incompatible con la aplicación

Las aplicaciones CAD bloquean el acceso a sus ficheros mientras los están usando

Copiar ficheros bloqueados produce datos corruptos

Recomendaciones:

- Nunca gestione ficheros (copiar, renombrar, etc) mientras estén en uso
- Preferiblemente, gestione los ficheros a través de la aplicación CAD

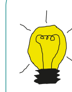
Validez: abrir

Las equivocaciones típicas que impiden abrir documentos CAD incluyen:

- El documento se guardó inadvertidamente con un tipo (extensión) equivocado
- El documento está corrompido
- La aplicación CAD no se puede ejecutar
- El fichero es incompatible con la aplicación

Hacer doble click sobre el nombre del fichero en el explorador de ficheros desencadena un método abreviado de windows® que:

- Ejecuta la aplicación vinculada al tipo de fichero
- Abre el fichero seleccionado



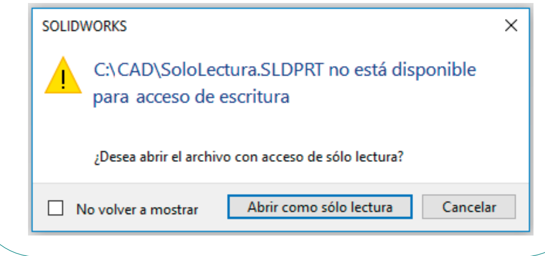
Si el atajo (método abreviado) falla, pruebe a ejecutar la aplicación de manera estándar y abra el fichero desde dentro de ella

Validez: abrir

Las equivocaciones típicas que impiden abrir documentos CAD incluyen:

- √ El documento se guardó inadvertidamente con un tipo (extensión) equivocado
- √ El documento está corrompido
- √ La aplicación CAD no se puede ejecutar
- √ El fichero es incompatible con la aplicación

Los documentos pueden estar bloqueados



Recomendación:

- √ Compruebe si el fichero está bloqueado (modo solo lectura)

Los modelos CAD usan diferentes formatos propietarios

Recomendación:

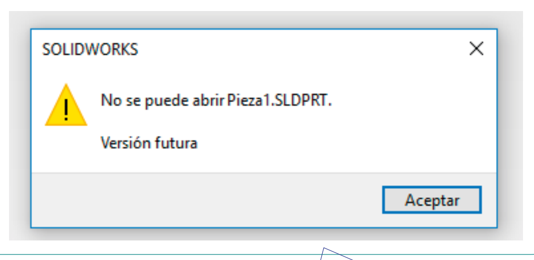
- √ Use importar/exportar para salvar los modelos con formatos compatibles

Validez: abrir

Las equivocaciones típicas que impiden abrir documentos CAD incluyen:

- √ El documento se guardó inadvertidamente con un tipo (extensión) equivocado
- √ El documento está corrompido
- √ La aplicación CAD no se puede ejecutar
- √ El fichero es incompatible con la aplicación

Un caso particular de incompatibilidad ocurre cuando se intenta abrir un fichero CAD producido con una versión más nueva de la aplicación CAD en un ordenador donde solo está instalada una versión mas vieja



Recomendación:

- √ Asegure que los dos sujetos de la comunicación (emisor y receptor) usan aplicaciones CAD compatibles!

Validez: usar

Usar modelos CAD implica:

1 El modelo está libre de error



Los modelos con error son inútiles

Recomendaciones:

- √ Nunca salve modelos con error
- √ Corrija los errores, o salve una versión anterior, que esté libre de error

2 El modelo no tiene tareas sin terminar o abiertas

Las tareas abiertas:

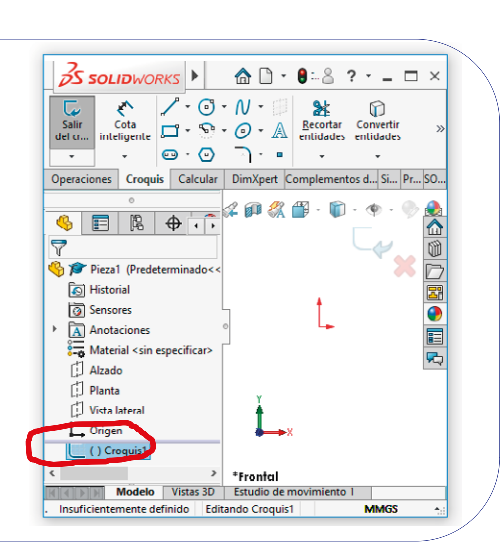
- √ Pueden resultar modificadas inadvertidamente mientras se re-abre el documento
- √ Bloquean el acceso a otros menús o comandos

Recomendaciones:

- √ Antes de salir, deje siempre la aplicación en *estado neutro*



Recuerde salir de los croquis!



CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Puede comprobar que sus modelos CAD son válidos mediante la siguiente rúbrica de evaluación:

#	Criterio	No	Si
M1.1a	El fichero del modelo tiene el contenido esperado		
M1.1b	El fichero del modelo tiene el nombre esperado, y está en la carpeta o sitio web esperados		
M1.2a	El fichero del modelo puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)		
M1.2b	El fichero del modelo es compatible con el CAD del receptor		
M1.3a	El árbol del modelo está libre de mensajes de error		
M1.3b	El fichero del modelo está libre de operaciones en progreso al abrirlo		

Rúbrica

Puede usar los siguientes criterios resumidos para comprobar mediante una rúbrica de evaluación si un modelo es válido:

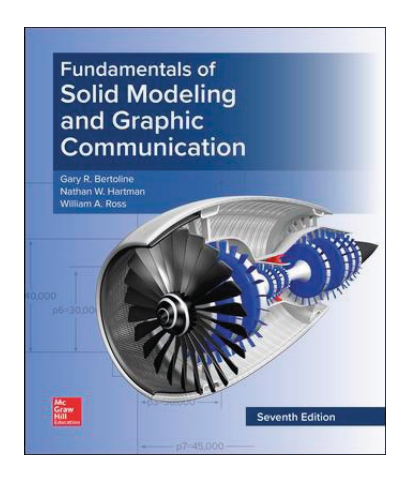
Note que el desempeño está extendido desde dos a cinco niveles, dado que a veces se requieren valores intermedios para facilitar una evaluación pormenorizada

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / Siempre
M1	**El modelo es válido**					
M1.1	El fichero del modelo puede ser encontrado					
M1.1a	El fichero del modelo tiene el contenido esperado					
M1.1b	El fichero del modelo tiene el nombre esperado, y está en la carpeta o sitio web esperados					
M1.2	El fichero del modelo puede ser abierto					
M1.2a	El fichero del modelo puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)					
M1.2b	El fichero del modelo es compatible con el CAD del receptor					
M1.3	El fichero del modelo puede ser usado					
M1.3a	El árbol del modelo está libre de mensajes de error					
M1.3b	El fichero del modelo está libre de operaciones en progreso al abrirlo					

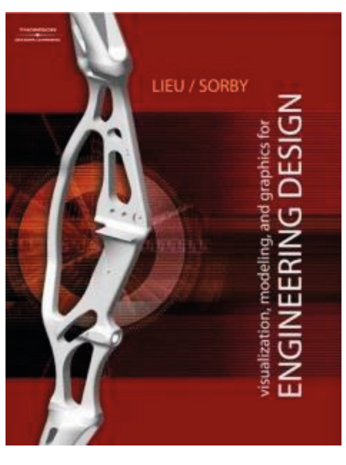
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para aprender más



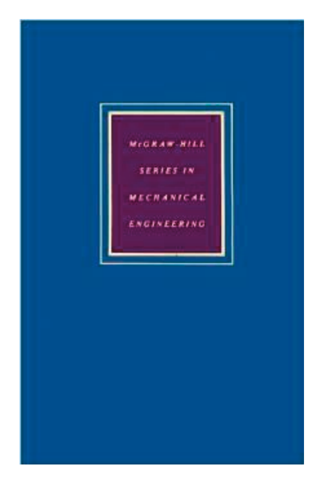
Chapter 1:
Introduction to
Engineering Graphics
Communication and
the Product Lifecycle



Chapter 1: An
Introduction to
Graphical
Communication in
Engineering



1. Il Disegno, per
la Progettazione e
la Comunicazione

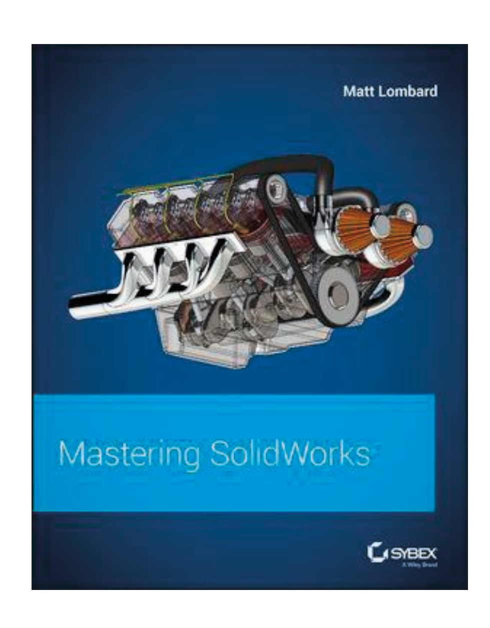


Ibrahim Zeid
CAD/CAM Theory and
Practice
McGraw-Hill, 1991

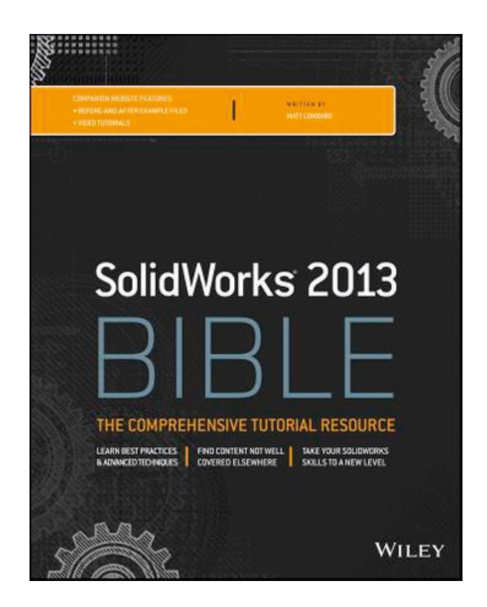
Part I. Overview of
CAD/CAM Systems

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para aprender más



Part 1: Introduction
SolidWorks Basics



Chapter 1:
Introduction
SolidWorks

Ejercicio 1.1.1. Salvar y recuperar un fichero CAD

Tarea

- **Tarea**
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones
- Evaluación

Ejecute la aplicación SolidWorks® y:

A Determine experimentalmente los ajustes por defecto para:

- √ Nombre de fichero
- √ Tipo de fichero
- √ Carpeta

Para todos los modelos creados con SolidWorks®

B Determine experimentalmente los caracteres que no están permitidos en el nombre del fichero

C Cree un modelo vacío (sin geometría), y compruebe que el fichero es válido

Estrategia

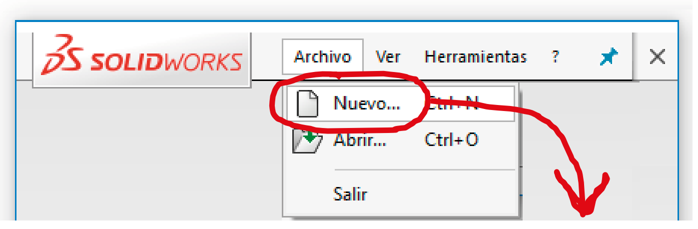
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

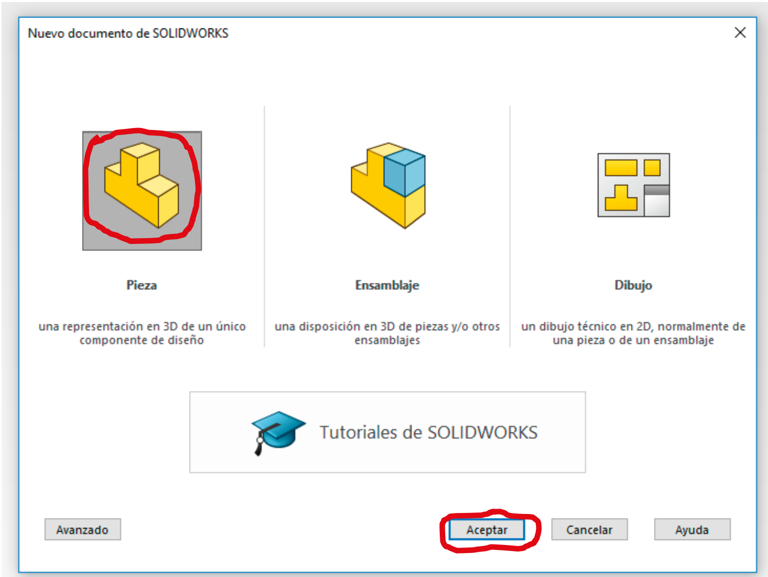
Abra la aplicación CAD, cree un nuevo modelo, y:

- √ Salve el modelo vacio mediante *Salvar*
  - √ Mire el nombre por defecto, y el tipo de fichero por defecto, que se va a asignar al fichero
  - √ Mire la carpeta por defecto en la que se va a salvar el fichero
- √ Utilice *Salvar como* para salvar el fichero inicial con un nuevo nombre (por ejemplo “Ejercicio”)
  - √ Salve el modelo vacío con diferentes nombres
  - √ Incluya caracteres especiales y compruebe si son aceptables

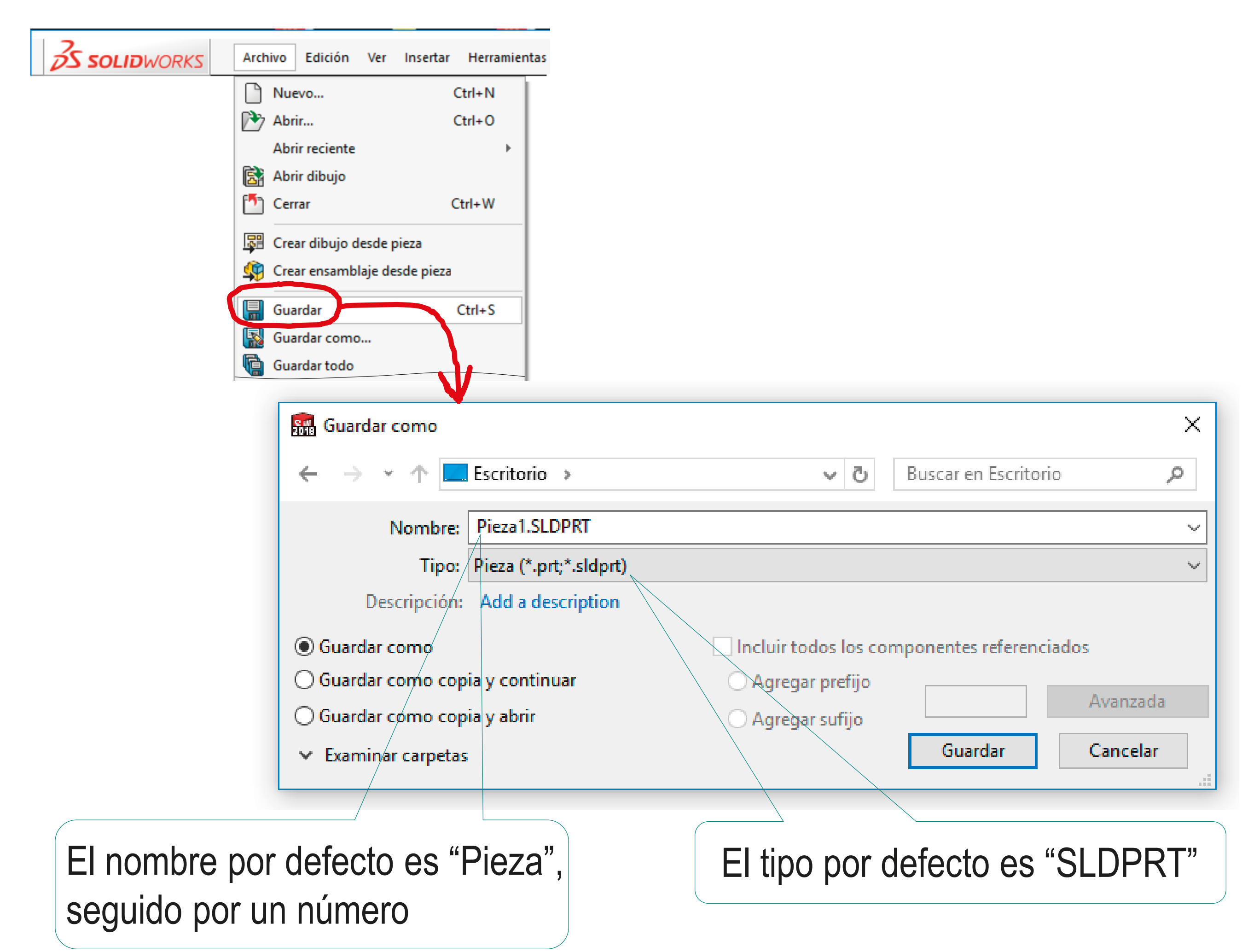
Abra un nuevo fichero de pieza



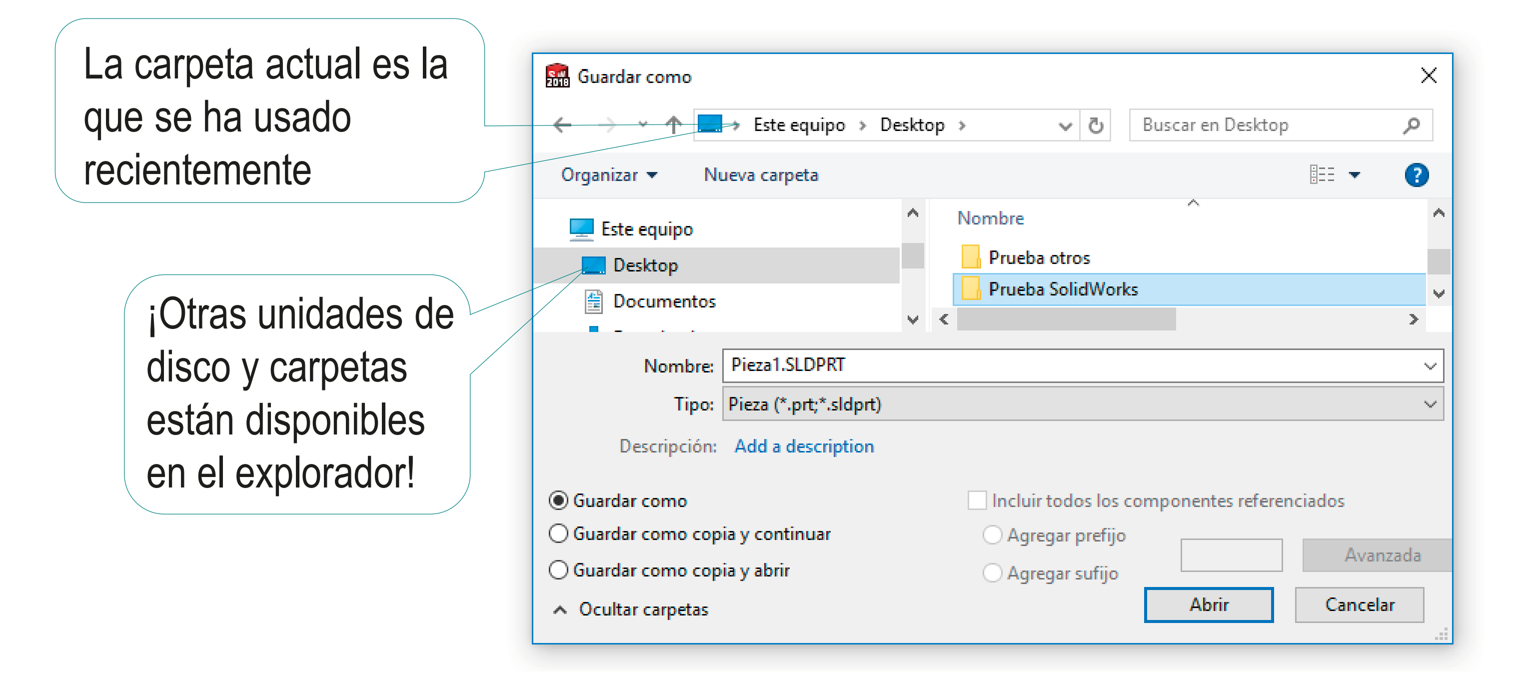




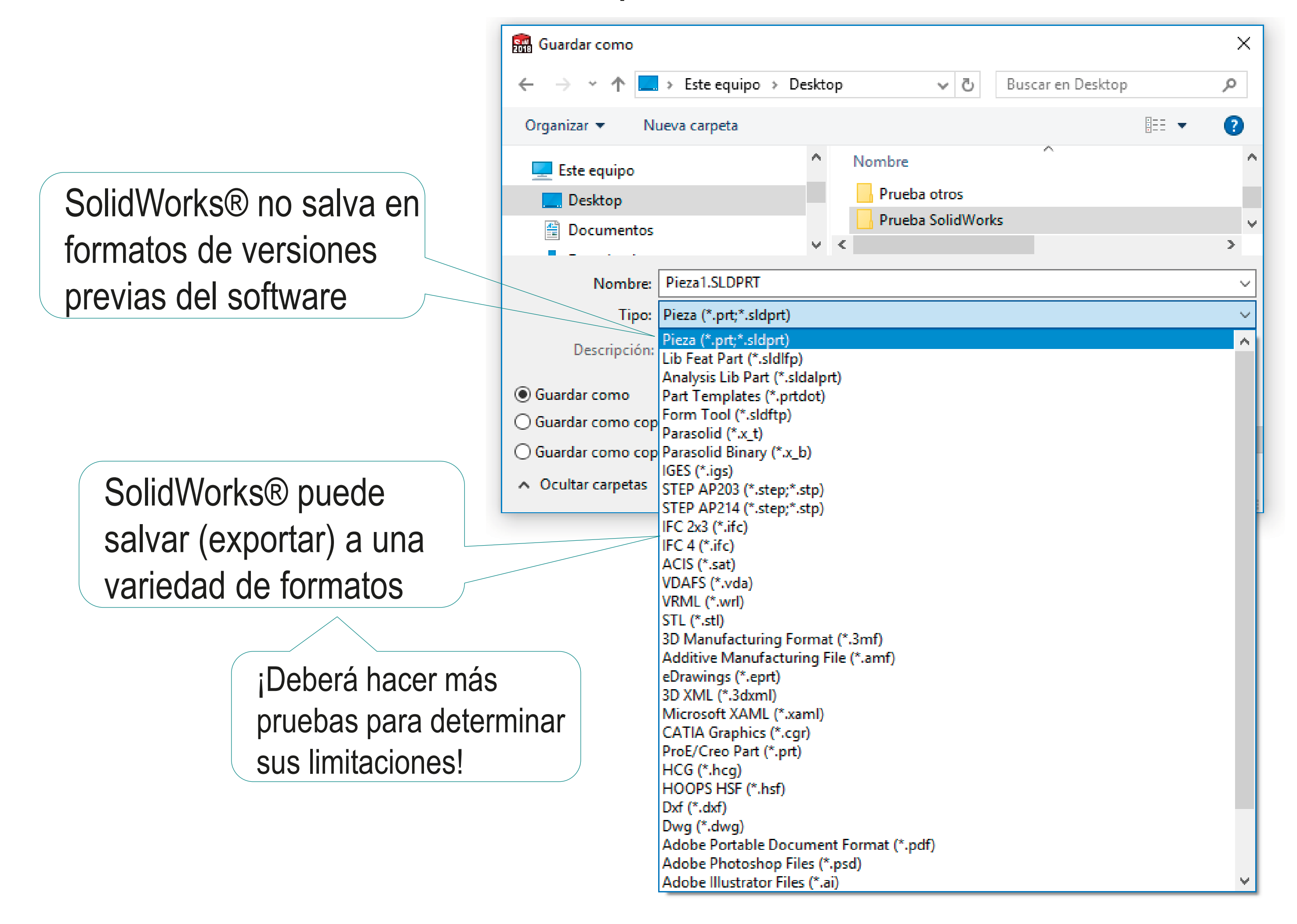
Salve el nuevo fichero de pieza



Cambie la carpeta para salvar el nuevo fichero de pieza



Salve como el nuevo fichero de pieza

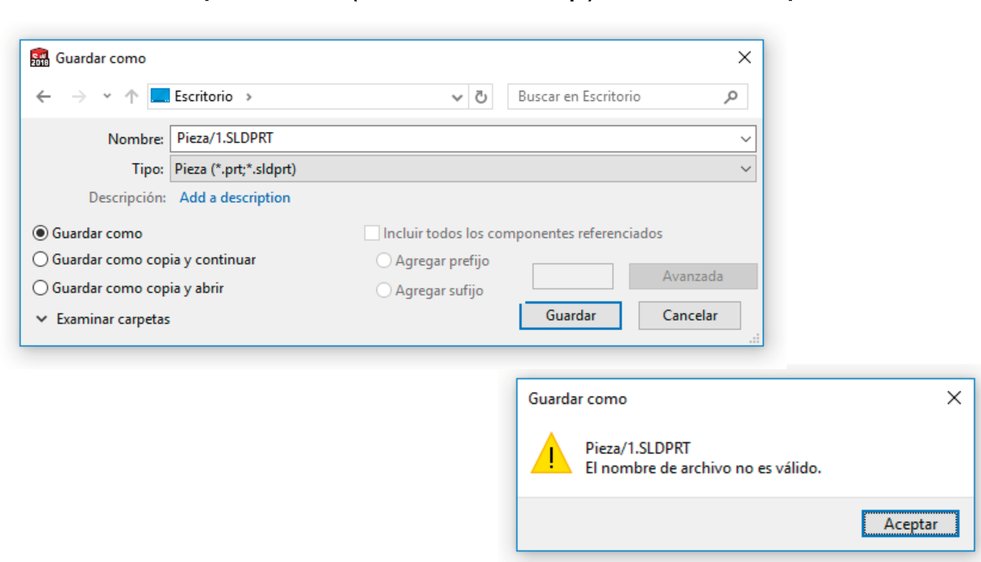


Renombre el nuevo fichero de pieza, para comprobar que:

- √ Muchos caracteres especiales son aceptables

Pieza.1.SLDPRT
Pieza_1.SLDPRT
Pieza=1.SLDPRT
Pieza1.SLDPRT

- √ Algunos caracteres especiales (\ / : * ? ” < > |) no son aceptables:

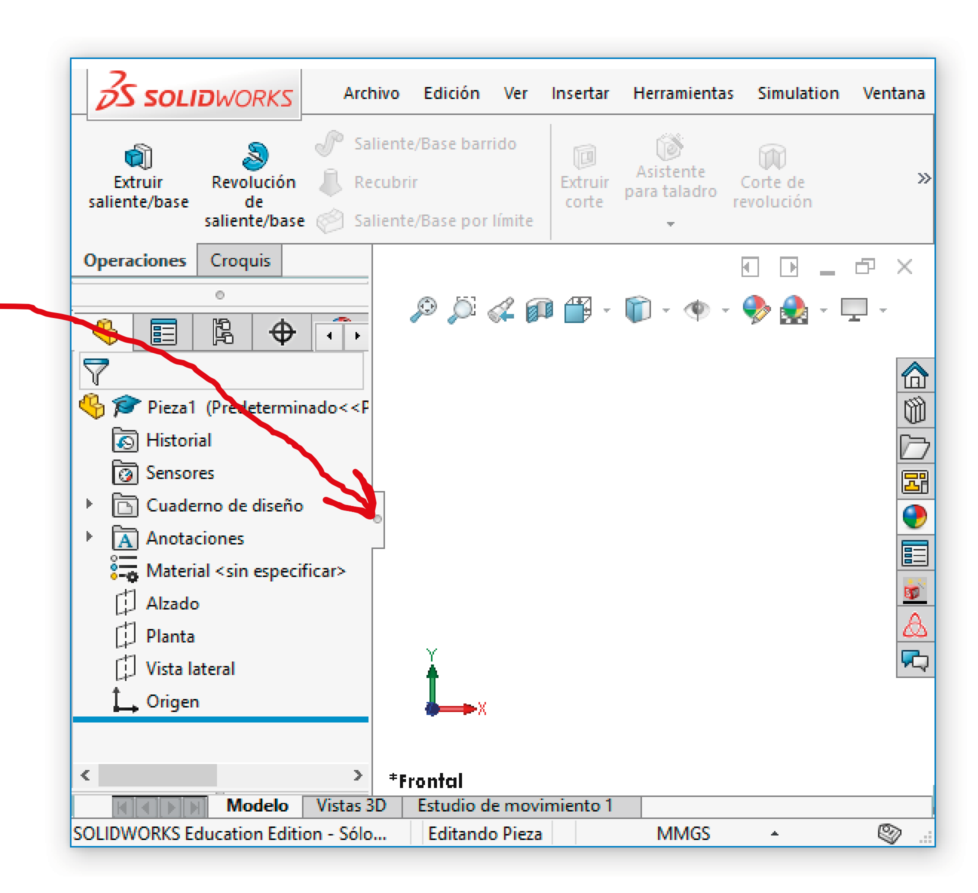


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Compruebe que el árbol del modelo no contiene avisos ni iconos de error:

- √ Pulse la pestaña para desplegar el árbol (si está plegado)
- √ Inspeccione el árbol en busca de avisos de error



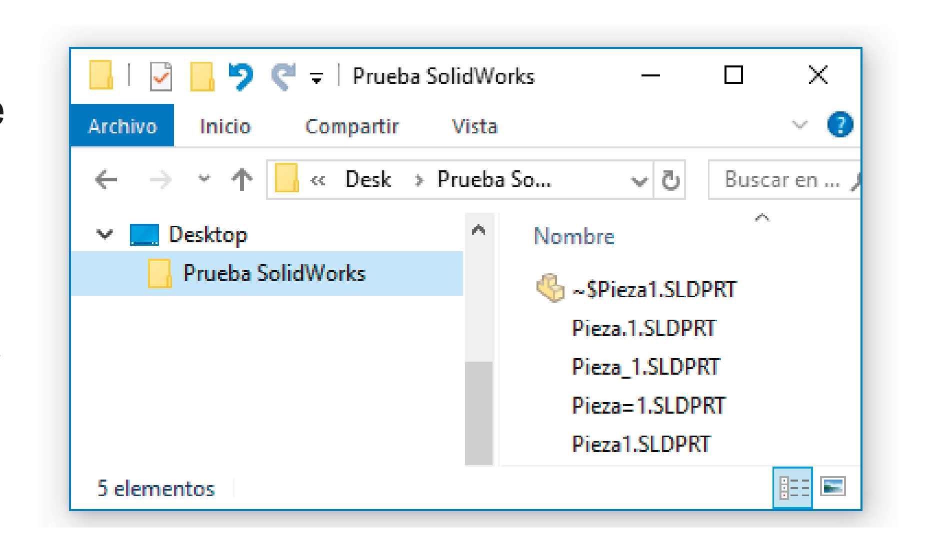
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Abra el explorador de ficheros para comprobar que el fichero que está en uso por SolidWorks® está bloqueado:

- √ Navegue con el explorador hasta la carpeta que contiene el fichero de SolidWorks® que está usando

- √ Compruebe que aparece una versión del fichero precedida de una tilde (~), para indicar que el fichero está en uso



Puede que los ficheros temporales no se muestren en el explorador, si no tiene activada su visualización

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

1 Las aplicaciones CAD incluyen gestores de ficheros simples e intuitivos

Son particularmente útiles para usuarios novatos

2 Las aplicaciones CAD se comunican con el gestor de ficheros del Sistema Operativo

Algunas aplicaciones CAD bloquean los ficheros mientras están siendo usados por la aplicación

3 Algunas aplicaciones CAD no reconocen sus propios ficheros nativos tras haber sido editados por otras aplicaciones

O por versiones futuras de la misma aplicación

Evaluación

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Evalúe si el documento es válido, comprobando si ciertas tareas simples pueden ejecutarse o no:

#	Criterio	No	Si
M1.1a	El fichero del modelo tiene el contenido esperado		
M1.1b	El fichero del modelo tiene el nombre esperado, y está en la carpeta o sitio web esperados		
M1.2a	El fichero del modelo puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)		
M1.2b	El fichero del modelo es compatible con el CAD del receptor		
M1.3a	El árbol del modelo está libre de mensajes de error		
M1.3b	El fichero del modelo está libre de operaciones en progreso al abrirlo		

Es trivial, porque el modelo está vacío!

Es trivial, porque el modelo ha sido creado para éste ejercicio!

√ Trate de abrir el fichero que ha creado durante la sesión

√ Trate de abrir el fichero en un ordenador diferente

√ Compruebe que es capaz de encontrar y re-abrir el fichero

√ Compruebe que el fichero se abre en estado neutro (todos los menús están disponibles y no hay ningún comando en progreso)

Ejercicio 1.1.2. Copiar un fichero CAD

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Ejecute la aplicación SolidWorks® y:

A Cree un modelo vacío (sin geometría)

B Obtenga un nuevo modelo vacío (sin geometría) mediante copia externa del modelo anterior

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La estrategia para copiar ficheros desde un explorador de ficheros es simple:

- √ Ejecute la aplicación CAD
- √ Cree un nuevo modelo vacío (sin definir geometría)
- √ Salve el modelo mediante *Salvar como*, para asignarle el nombre deseado
- √ Cierre el fichero

  No es necesario cerrar la aplicación CAD, pero sí es preciso desvincular el fichero

- √ Utilice el explorador de Windows® para obtener una copia del fichero

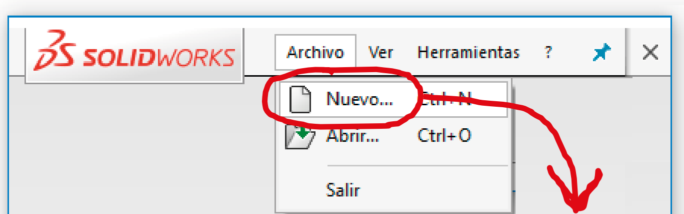
  Utilice los comandos de copiar y pegar, o sus correspondientes "atajos" (Ctrl+C y Ctrl+V)

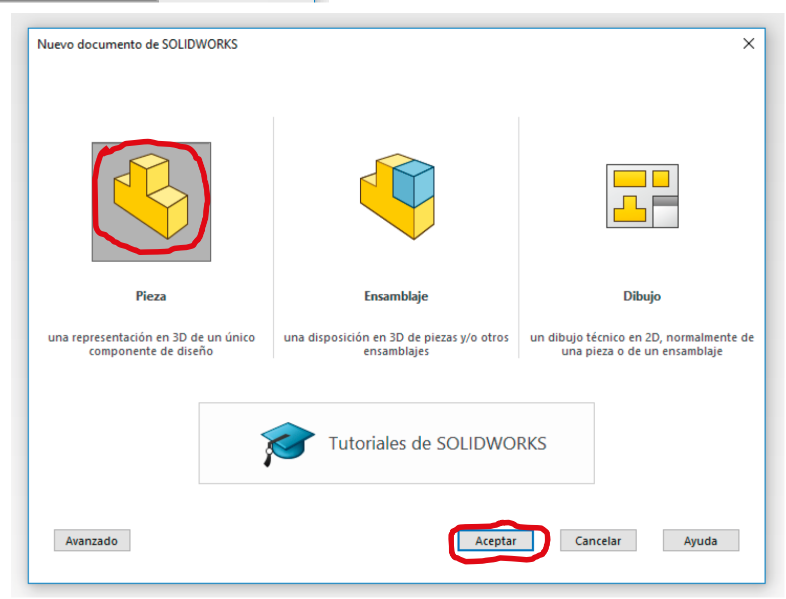
- √ Compruebe que el nuevo fichero se puede abrir sin errores

Ejecución

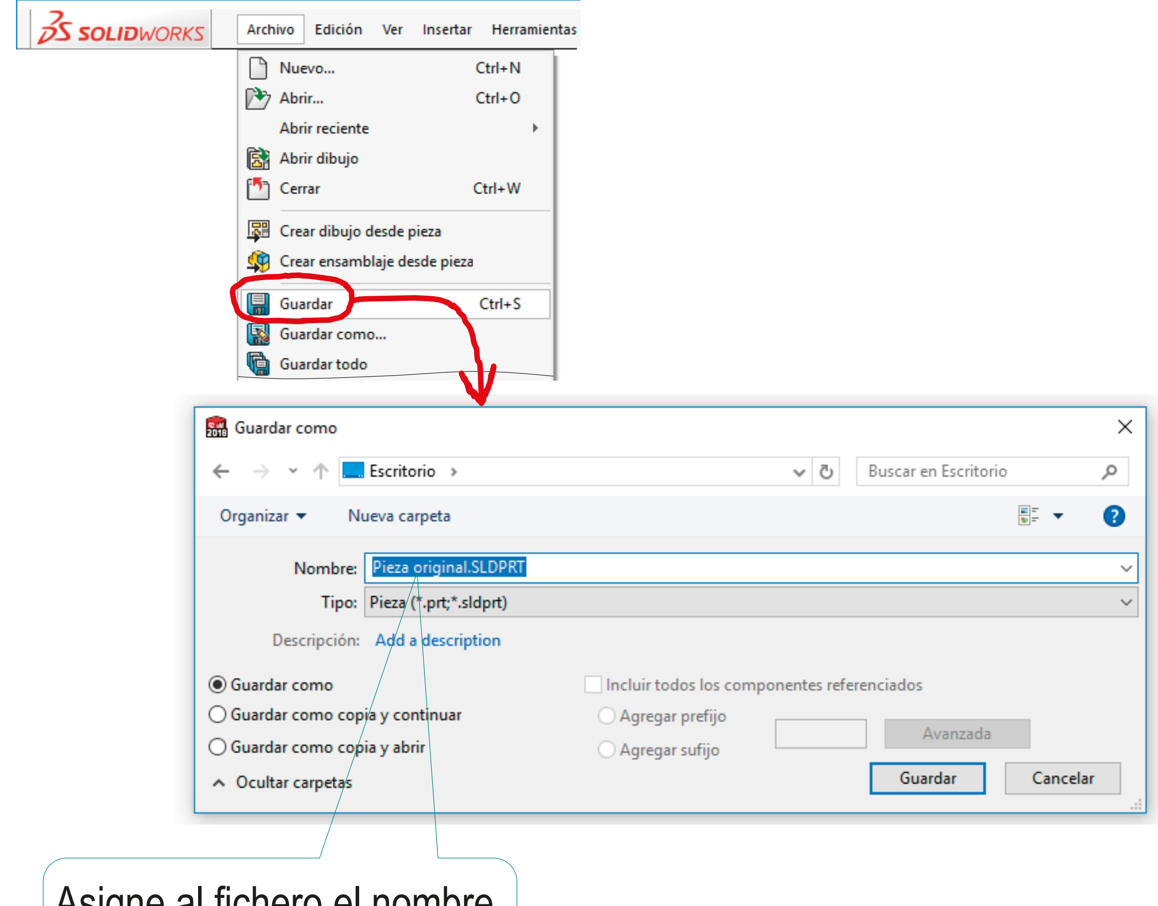
Abra un nuevo fichero de pieza







Salve el nuevo fichero de pieza



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Cierre el fichero

El fichero actual dejará de estar en uso por la aplicación CAD

¡No es necesario salir de la aplicación CAD!

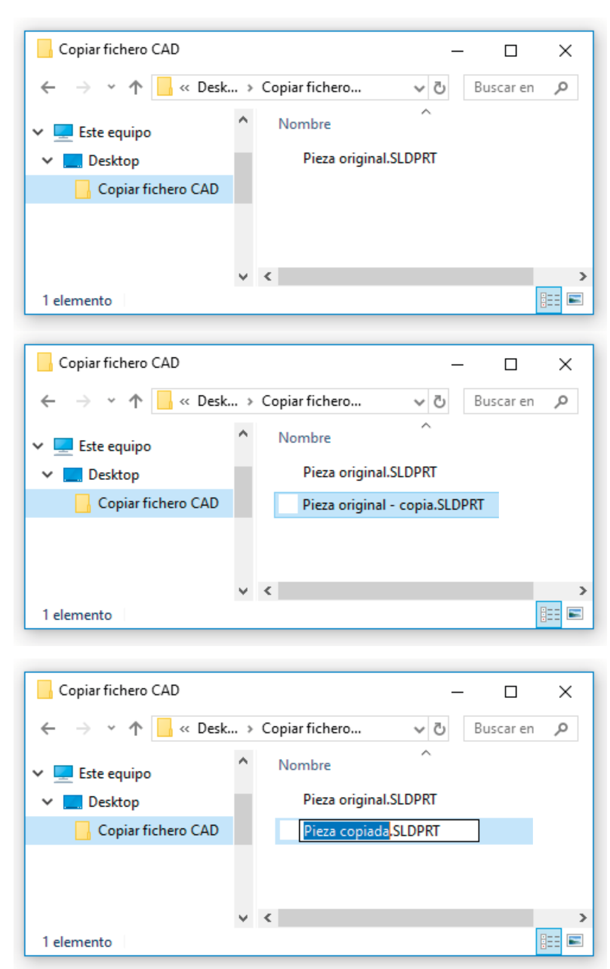
SOLIDWORKS
Archivo Edición Ver Insertar Herramientas Ventana ?
Nuevo... Ctrl+N
Abrir... Ctrl+O
Abrir reciente
Abrir dibujo
Cerrar Ctrl+W
Crear dibujo desde pieza
Crear ensamblaje desde pieza
Guardar Ctrl+S
Guardar como...
Guardar todo
Configurar página...
Vista preliminar...
Imprimir... Ctrl+P
Print3D...
Publicar en eDrawings
Pack and Go...
Enviar a...
Volver a cargar...
Buscar referencias...
Propiedades...
Salir
Personalizar el menú
Extruir saliente/base
Revolución de saliente/base
Operaciones Croquis
Corte barrido
Corte recubierto
Corte por límite
Redondeo
Matriz lineal
*Frontal
Modelo Vistas 3D Estudio de movimiento 1
Cierra el documento activo. Editando Pieza MMGS

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Utilice el explorador de ficheros del Sistema Operativo para crear una copia del fichero:

- Seleccione el fichero a copiar
- Utilice los comandos para copiarlo (o sus correspondientes "atajos": Ctrl+C y Ctrl+V)
- Cambie el nombre al fichero copiado

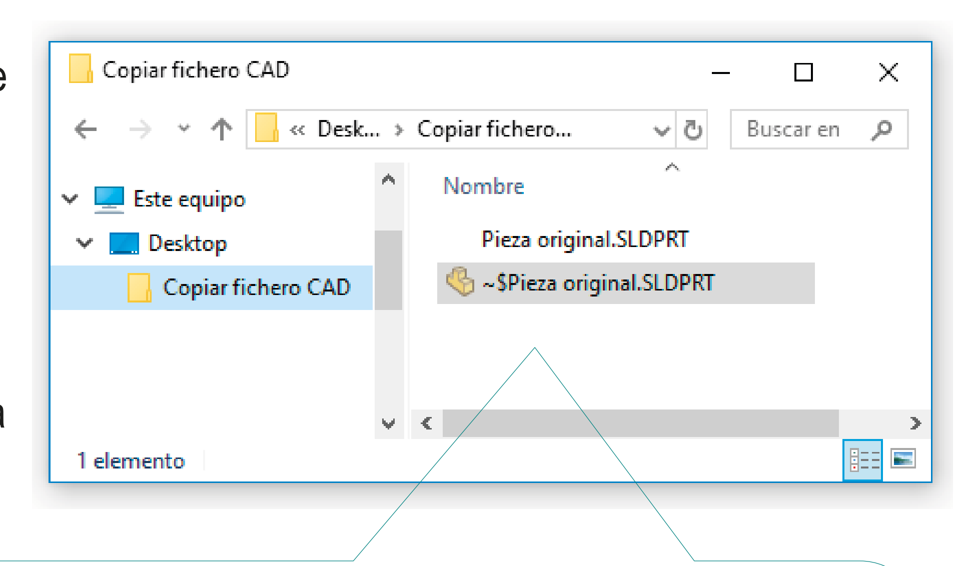




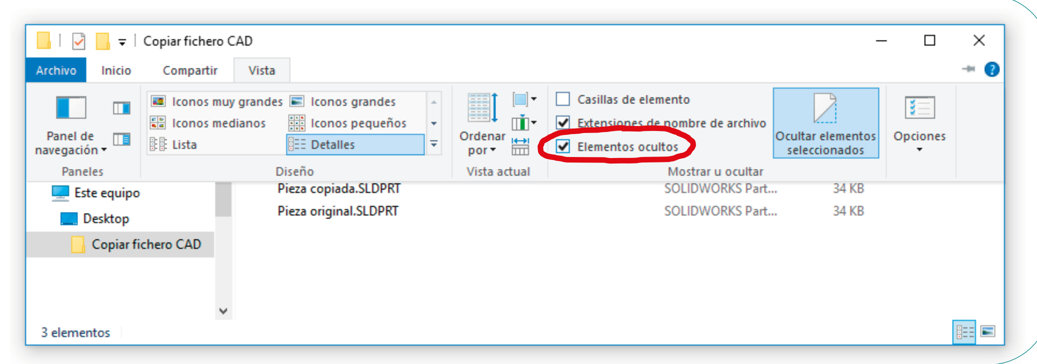
Compruebe que el fichero copiado no está en uso por SolidWorks®:

√ Navegue con el explorador hasta la carpeta que contiene el fichero de SolidWorks® que está copiando

√ Compruebe que el nombre del fichero no está precedido de una tilde (~), que indicaría que el fichero está en uso



Puede ser necesario activar la visualización de elementos ocultos

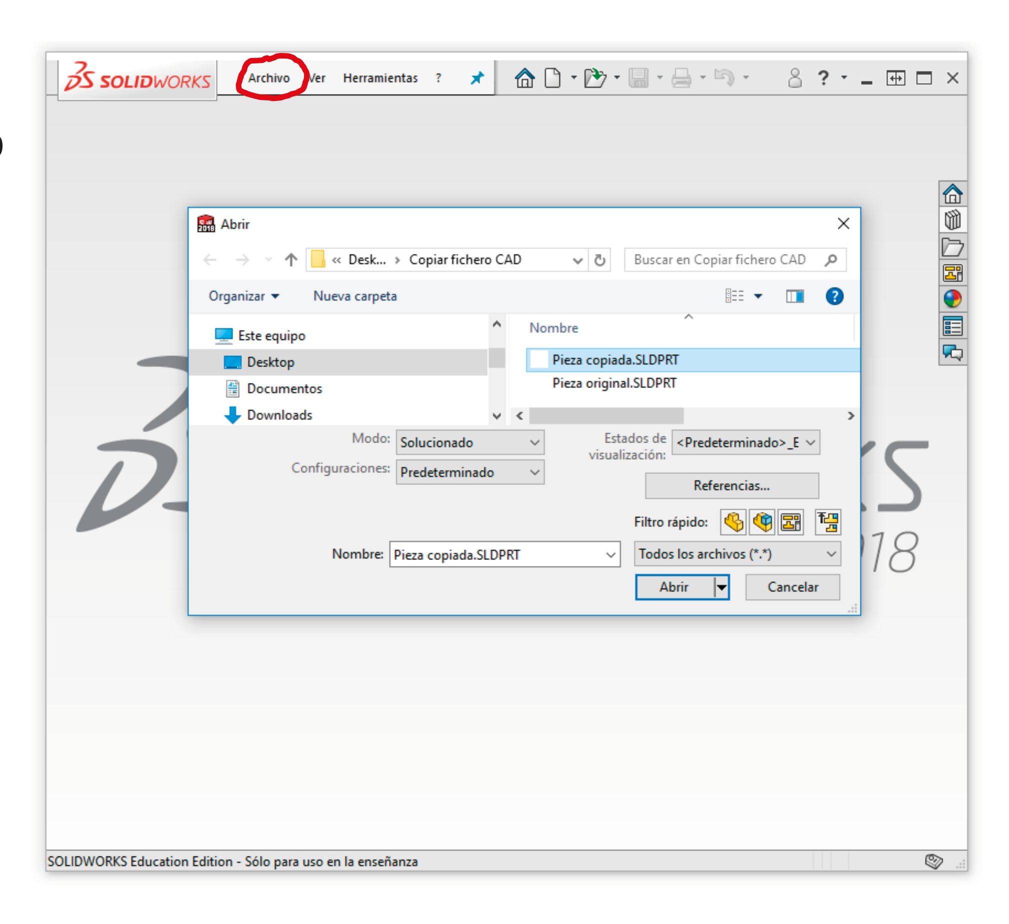


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Compruebe que la aplicación CAD puede abrir normalmente el fichero creado mediante copia:

- √ Seleccione el comando *Abrir* en el menú *Archivo*
- √ Busque el fichero copiado en la estructura de carpetas del Sistema Operativo



Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Muchas aplicaciones CAD permiten que los gestores de ficheros genéricos manipulen sus ficheros

Las operaciones habituales de gestión de ficheros también son válidas para los ficheros CAD

2 Las aplicaciones CAD suelen bloquear sus ficheros mientras están en uso

Los gestores externos NO pueden manipular los ficheros mientras están en uso por la aplicación

3 Los gestores de ficheros propios de las aplicaciones CAD son igual de fáciles de usar, y garantizan que no se producen bloqueos de los ficheros

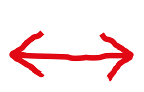
Por ejemplo, el comando *Guardar como* de SolidWorks®

Capítulo 1.2. Dibujo paramétrico

Introducción

Los dibujos geométricos hechos con aplicaciones CAD se pueden guardar de dos maneras:

Borrando las relaciones geométricas, después de que las coordenadas sean calculadas



Guardando las relaciones geométricas, para usarlas en posteriores actualizaciones y recálculos del dibujo

Si se dibuja un segmento de línea tangente a un círculo, las coordenadas de los extremos del segmento se calculan para garantizar la tangencia

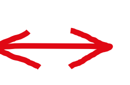
Pero la condición de tangencia no se guarda, solo las coordenadas se guardan

Si se modifica el círculo, la condición de tangencia desaparece, porque las coordenadas del punto de tangencia no se recalculan

Si se dibuja un segmento de línea tangente a un círculo, la condición de tangencia se salva

Las coordenadas de los extremos del segmento se calculan cada vez que hay un cambio en la figura

~~Los dibujos no-paramétricos, que solo guardan las coordenadas, solo se pueden editar línea a línea~~



Los dibujos en los que se guardan las restricciones son editables



Esto se llama dibujo paramétrico

La propiedad se llama Ajustabilidad Geométrica

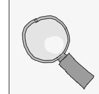


Los dibujos que se crean paramétricamente, a veces se llaman croquis

Porque son dibujos "inacabados", dado que se deben recalcular después de cada cambio



Los dibujos paramétricos (o croquis) se pueden usar como perfiles para generar geometría 3D aplicando operaciones de modelado mediante barrido



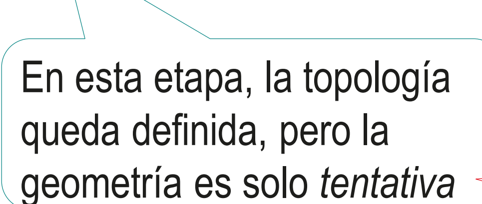
Más detalles sobre barrido en 1.3

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

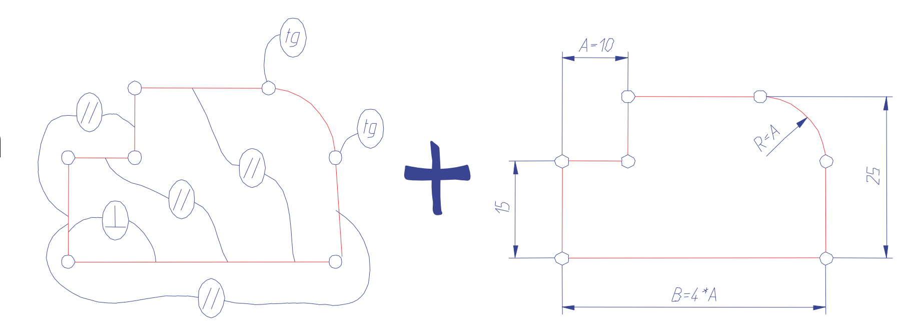
El procedimiento es como sigue:

√ Primero, se dibujan las líneas



¡¡La gente entrenada en dibujo no-paramétrico, debe aprender a dibujar formas tentativas!!

√ Segundo, se añaden las restricciones

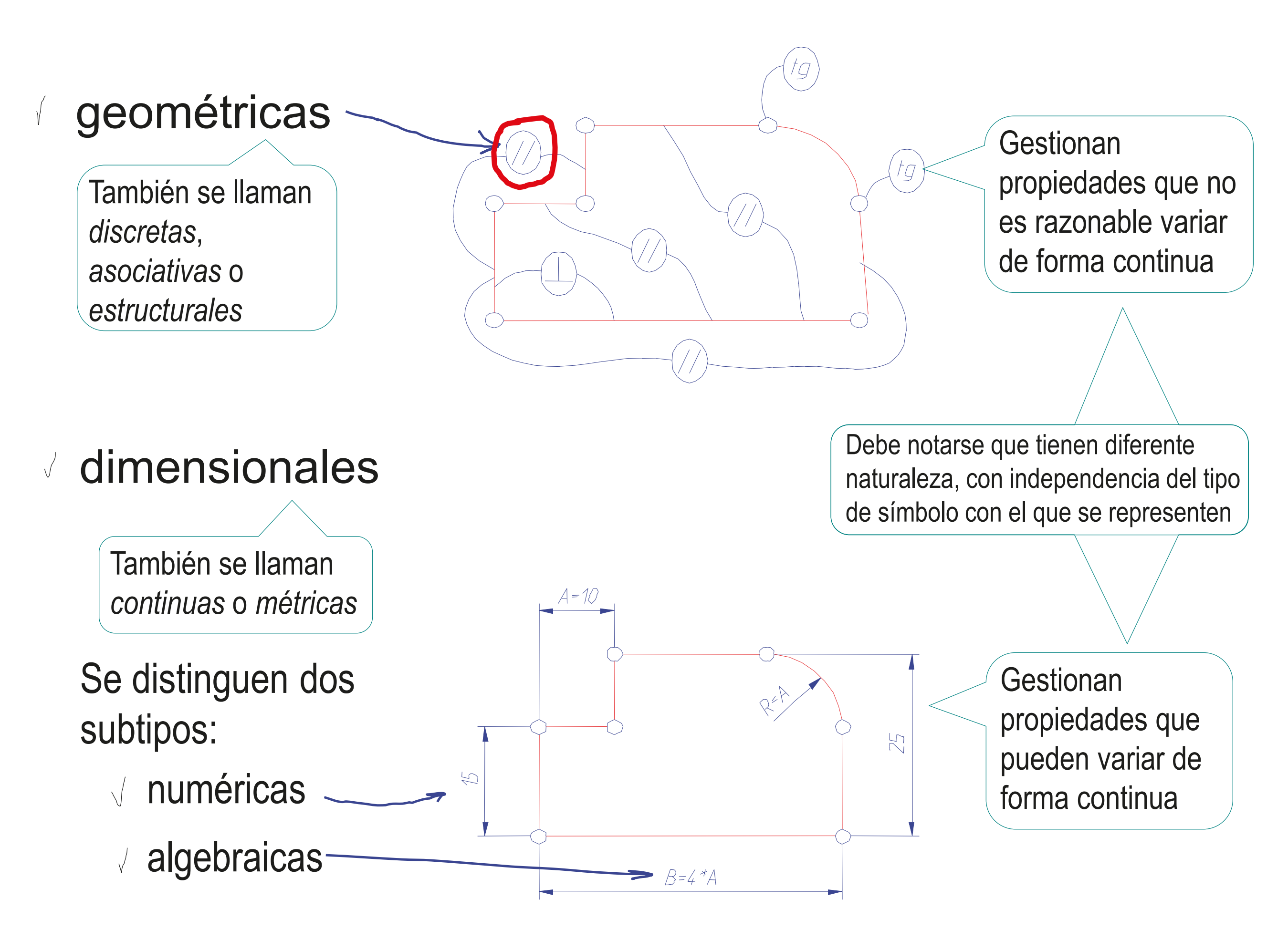


La geometría se recalcula automáticamente cuando se añaden las restricciones

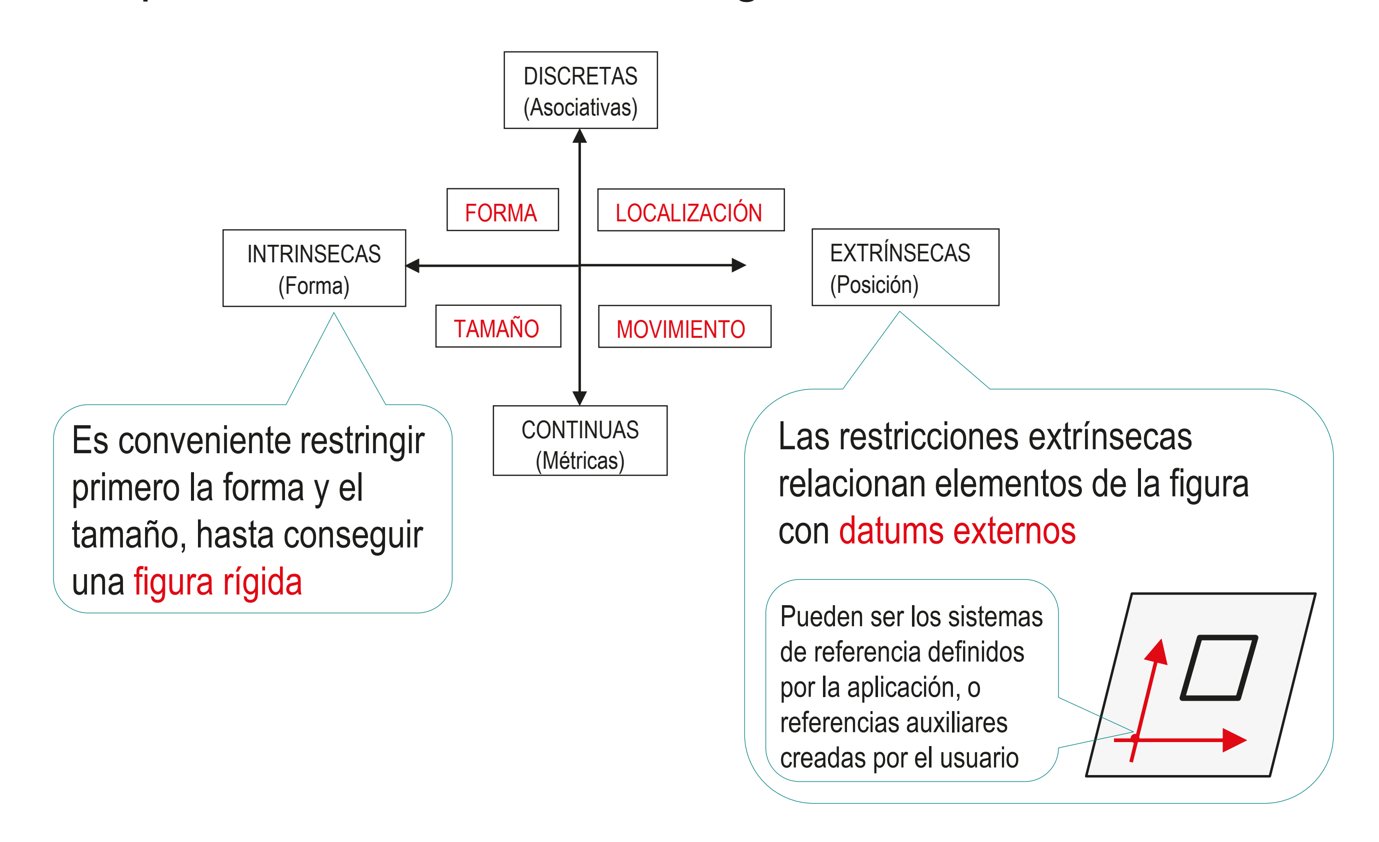
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Restricciones

Se pueden usar dos tipos de relaciones:



Dependiendo de para que se usen, se pueden distinguir los cuatro tipos de restricciones de la figura:

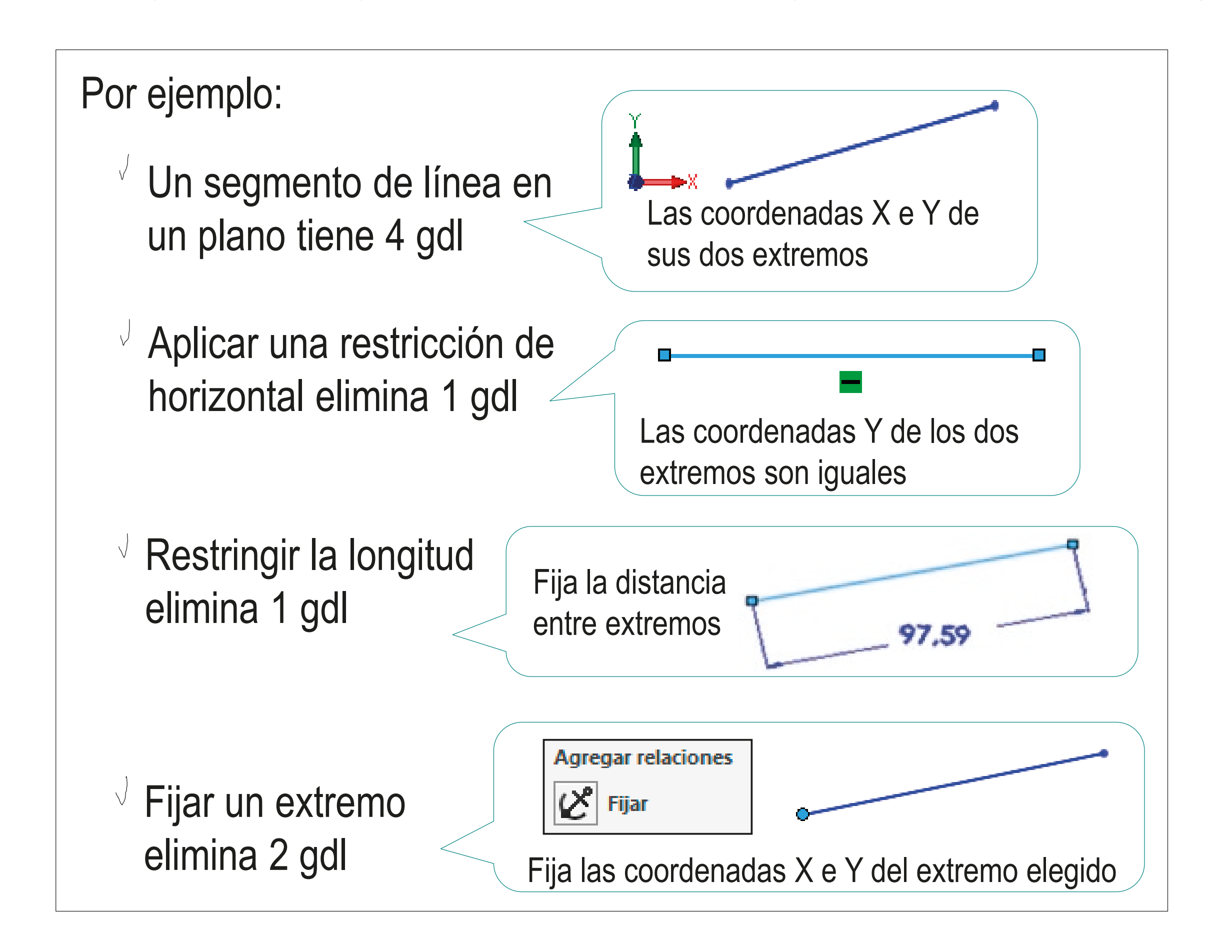




Más detalles sobre restricciones en 1.0



Las figuras geométricas están completamente restringidas o completamente definidas cuando el número de relaciones restringidas se iguala al número de grados de libertad (gdl)



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Restricciones

¡Una figura está sub-restringida cuando tiene menos relaciones que grados de libertad!



Una figura sub-restringida da lugar a modelos sólidos inestables

Modelos que pueden cambiar sin control del diseñador

¡Una figura está sobre-restringida cuando tiene más relaciones que grados de libertad!



Una figura sobre-restringida da lugar a modelos difíciles de modificar

Además, en muchos casos, el programa se bloquea…

… o emite un aviso indicando que se deben eliminar restricciones

Restricciones

Introducción

Paramétrico

Restricciones

Consistente

Conciso

Rúbrica



SolidWorks® provee ayudas visuales para detectar entidades sub o sobre-restringidas:

√ Las líneas completamente restringidas se muestran en negro; las líneas sub-restringidas en azul, y las líneas sobre-restringidas en amarillo o rojo

√ Los croquis sub-restringidos se marcan con un guión “(-)” en el árbol del modelo

√ Las versiones más recientes de SolidWorks® también muestran mensajes de aviso para los croquis sobre-restringidos

Las ayudas visuales se pueden configurar

¡Los usuarios deben comprobar que están activas cuando se necesitan!

ISBN: 978-84-18432-81-1

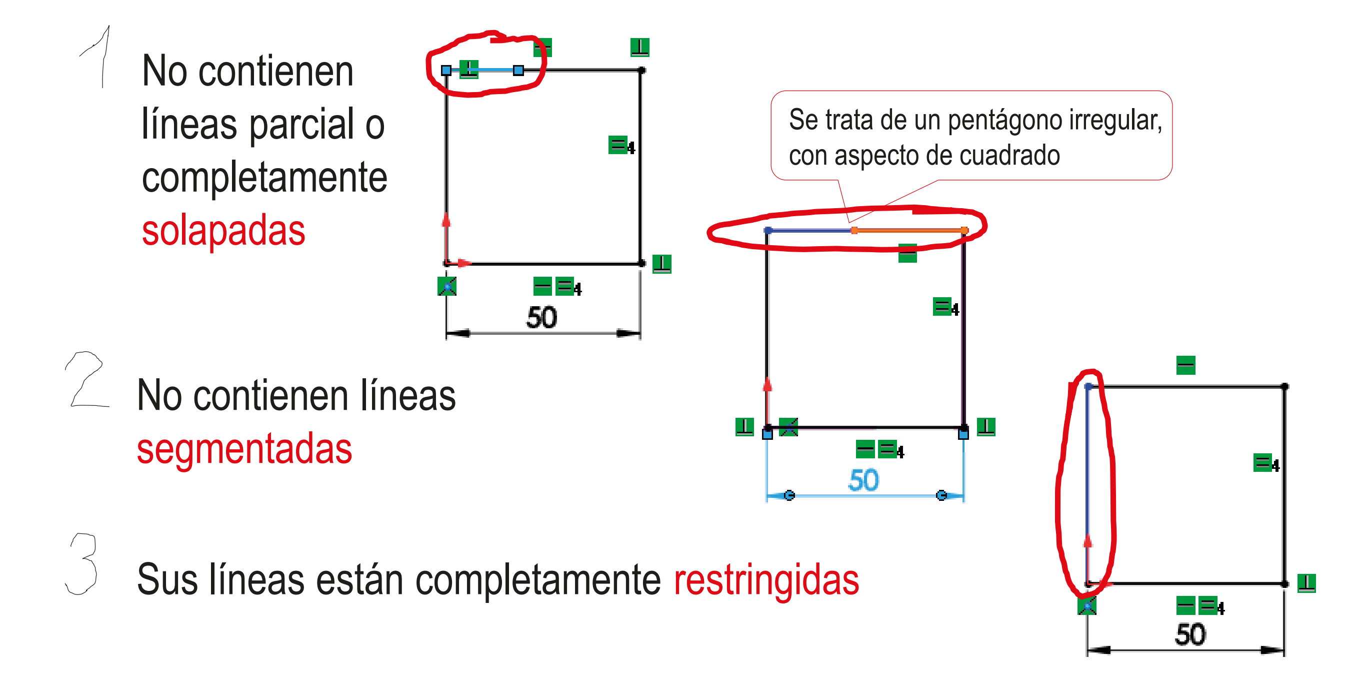
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Consistente

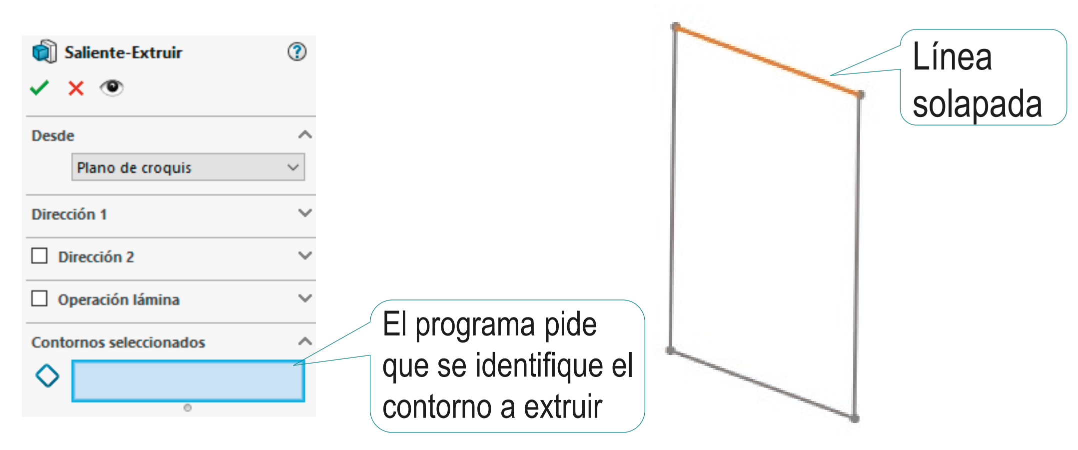
Es deseable que los perfiles sean consistentes, porque los perfiles inconsistentes producen comportamientos erráticos al editar los modelos



Los perfiles son consistentes si:



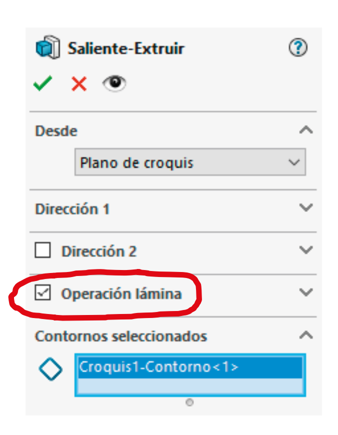
Las líneas solapadas condicionan las operaciones de modelado

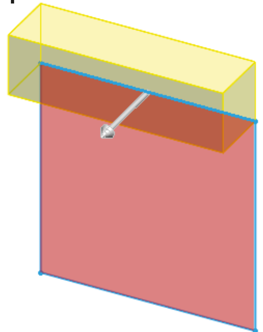




Algunas líneas solapadas pueden ser detectadas indirectamente, porque producen contornos no cerrados…

… que solo son compatibles con ciertas operaciones de modelado subsiguientes





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

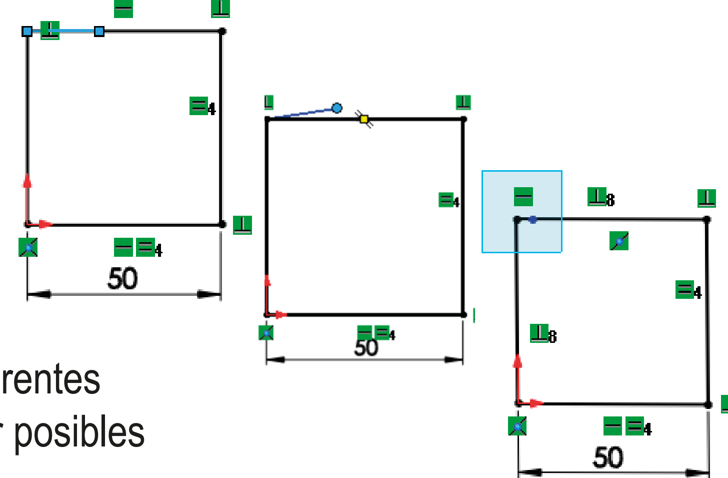
Consistente

La detección tardía de líneas solapadas es difícil:

√ Busque irregularidades de la imagen casi imperceptibles

√ Busque nodos inesperados

√ Seleccione selectivamente diferentes regiones del perfil para resaltar posibles líneas solapadas



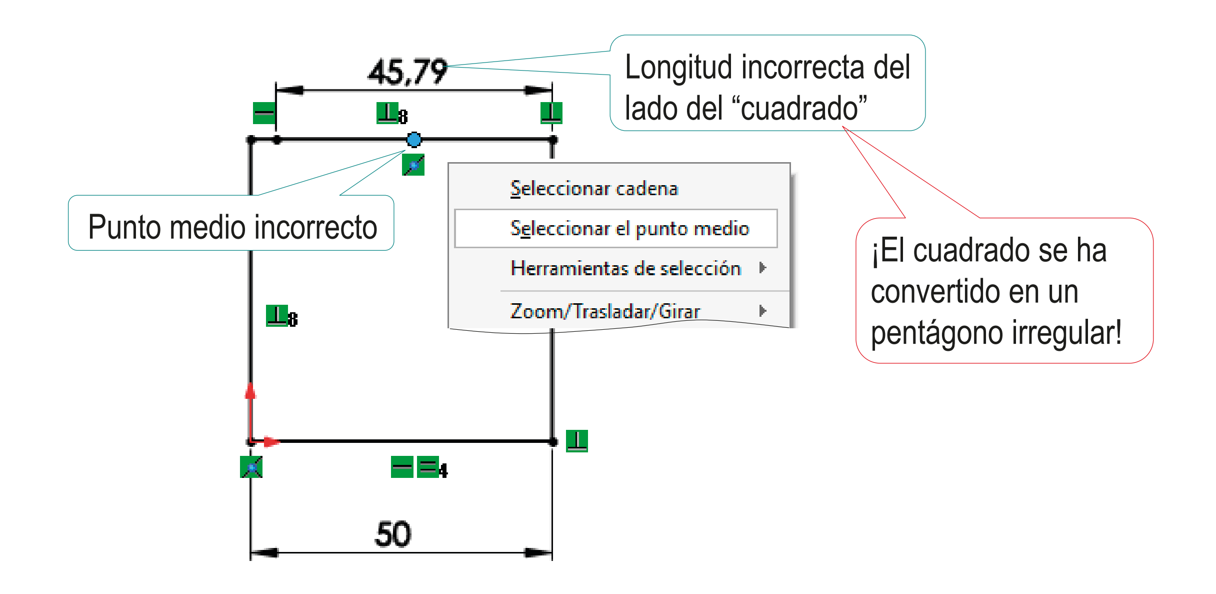
Los buenos hábitos de modelado impiden que aparezcan líneas solapadas

Recomendaciones:

√ Elimine las líneas no válidas tan pronto como pueda

√ Evite pulsar los botones del ratón de forma compulsiva

2 Las líneas segmentadas impiden que se obtengan propiedades geométricas válidas



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Consistente

La detección tardía de líneas segmentadas es laboriosa:

- Busque símbolos de restricciones inesperados o desplazados
- Búsque nodos inesperados

Dos símbolos de horizontal donde solo se espera uno

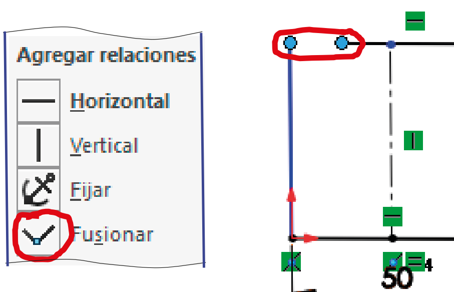
El símbolo no está cerca del punto medio teórico

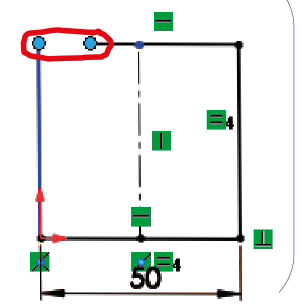
50

Los buenos hábitos de modelado evitan la aparición de líneas segmentadas

Recomendación:

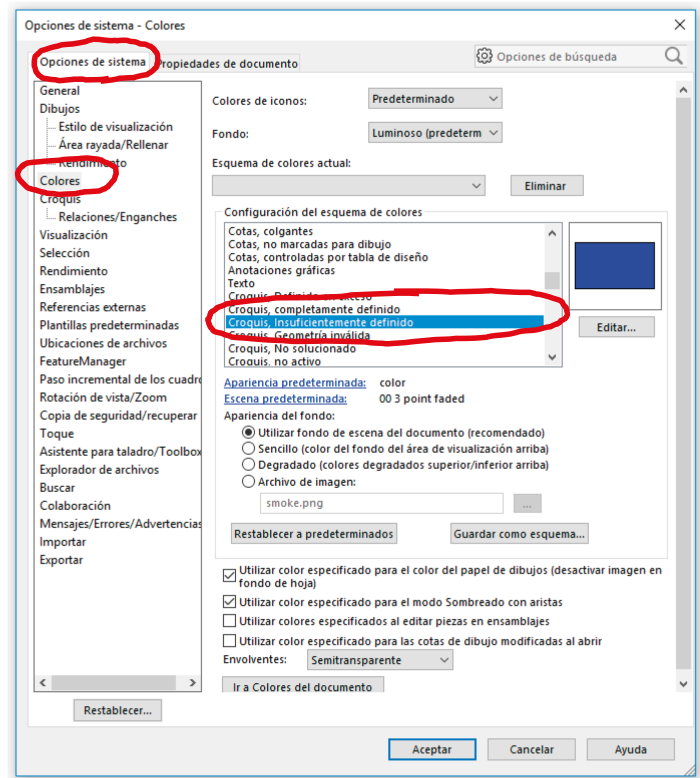
- Para recortar o extender edite líneas, en lugar de añadir “líneas parche”



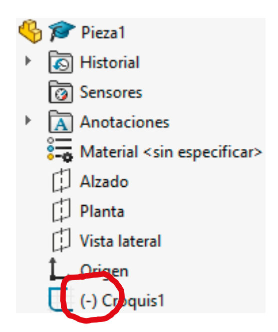


3 Una forma fácil de comprobar si los perfiles están restringidos es:

√ Antes de cerrar el perfil, asegúrese de que todas las líneas están del color usado para resaltar las líneas completamente definidas (negro)



√ Después de cerrar el perfil, asegúrese de que el nombre no aparece en el árbol del modelo precedido de un signo menos (-)



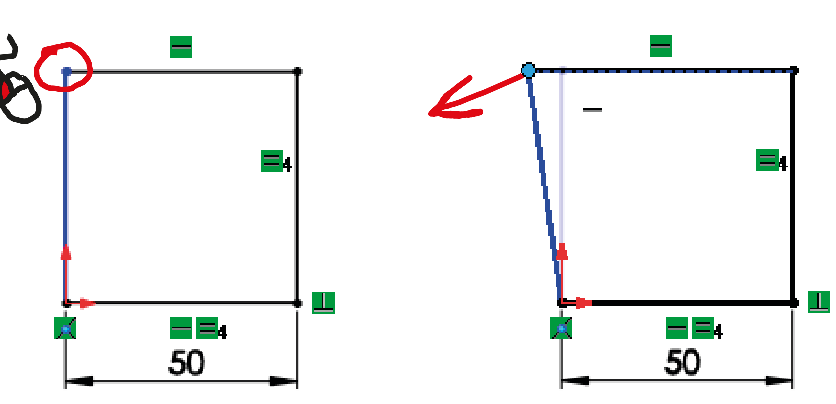
Consistente



Tratar de distorsionar el perfil es una forma fácil de visualizar los grados de libertad no restringidos

Recomendaciones:

√ "Empuje" las líneas y los vértices dudosos, seleccionándolos con el ratón y arrastrando



√ Fije los grados de libertad detectados al "empujar", mediante las restricciones apropiadas

Es deseable que los perfiles CAD sean concisos para facilitar su edición

Los perfiles CAD son concisos si:

√ No contienen información repetitiva

√ No contienen información fragmentada

demasiadas restricciones impiden que los perfiles sean consistentes …

40

40

…Pero también impiden que los modelos sean concisos!!

Si la línea morada es perpendicular a la línea azul …

… y la línea azul es horizontal …

… la línea morada debe ser vertical

Por tanto, la verticalidad de la línea es repetitiva

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conciso

Es deseable que los perfiles CAD sean concisos para facilitar su edición

Los perfiles CAD son concisos si:

√ No contienen información repetitiva

√ No contienen información fragmentada

Fragmentar restricciones es reemplazar una restricción *directa* por un conjunto de restricciones *indirectas*

Si dos líneas deben ser *paralelas*…

…hacerlas paralelas es directo…

…mientras que hacerlas horizontales es indirecto

Respectivamente paralelas al eje principal horizontal

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Rúbrica

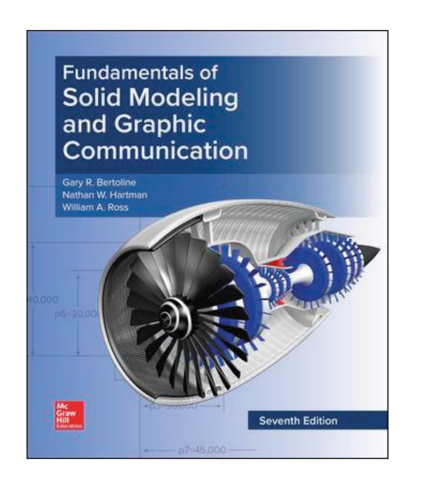
Puede comprobar mediante el siguiente criterio de una rúbrica de evaluación si los perfiles paramétricos de un modelo CAD son consistentes:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / Siempre
M3.1	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas, y están completamente restringidos					
M3.1a	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas					
M3.1b	Los perfiles están completamente restringidos					

Puede comprobar mediante el siguiente criterio de una rúbrica de evaluación si los perfiles son concisos:

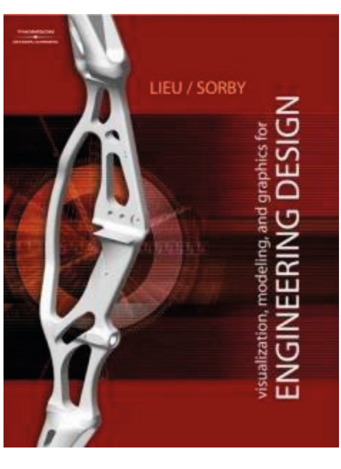
#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / Siempre
M4.1a	Los perfiles están libres de restricciones repetitivas o fragmentadas					

Para aprender más



Chapter 3: Sketching and Basic Geometry Definition

Section 3.15 Constraining Profile Geometry for 3-D Modeling

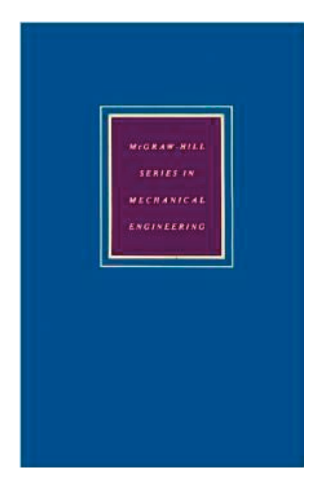


Chapter 6: Solid Modeling

Section 6.04 Making it Precise



3. Strategie di modellazioine



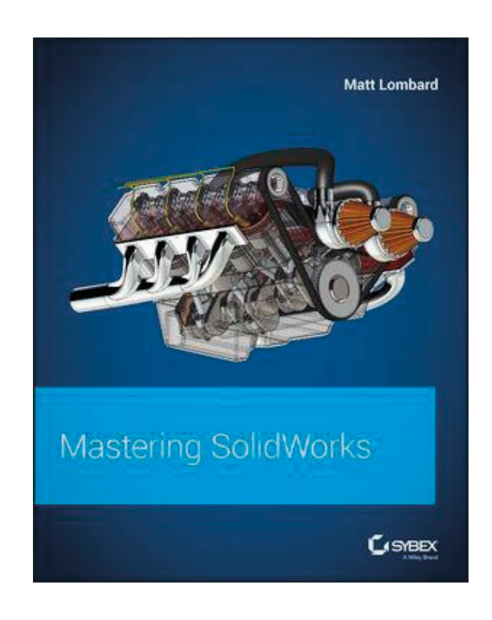
Ibrahim Zeid
CAD/CAM Theory and Practice
McGraw-Hill, 1991

Part II. Geometric Modeling

ISBN: 978-84-18432-81-1

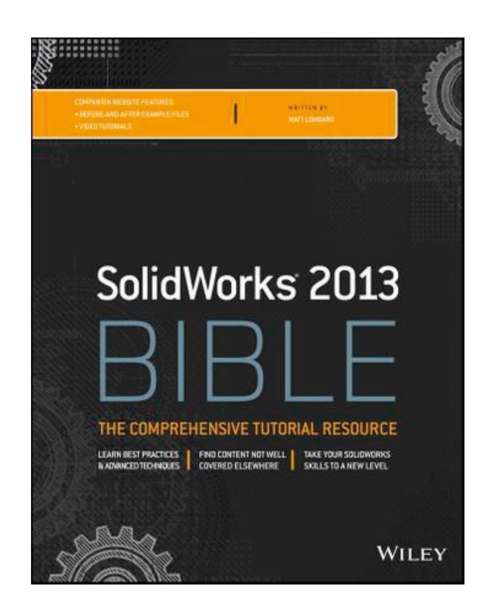
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para aprender más



Chapter 3: Working with Sketches and Reference Geometry

Chapter 6: Getting More from Your Sketches



Chapter 3: Working with Sketches

Chapter 6: Getting More from Your Sketches

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejercicio 1.2.1. Cuadro restringido

Tarea

Dibuje dos veces un cuadrado de 50 mm de lado, y restrínjalo de dos formas diferentes:

A Incluya las siguientes restricciones en el primer cuadrado:

√ Dos lados horizontales y dos lados verticales

√ Esquina inferior izquierda anclada a las coordenadas (10,10)

√ Dos lados consecutivos iguales

B Incluya las siguientes restricciones en el segundo cuadrado:

√ Los cuatro lados perpendiculares a sus vecinos

√ Esquina inferior izquierda coincidente con el origen

√ Lado inferior horizontal

√ Dos lados consecutivos iguales

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

1 Dibuje un cuadrilátero arbitrario

2 Añada las restricciones geométricas descritas en la tarea A

- √ Empiece añadiendo las restricciones de forma
- √ Acabe añadiendo las restricciones de posición

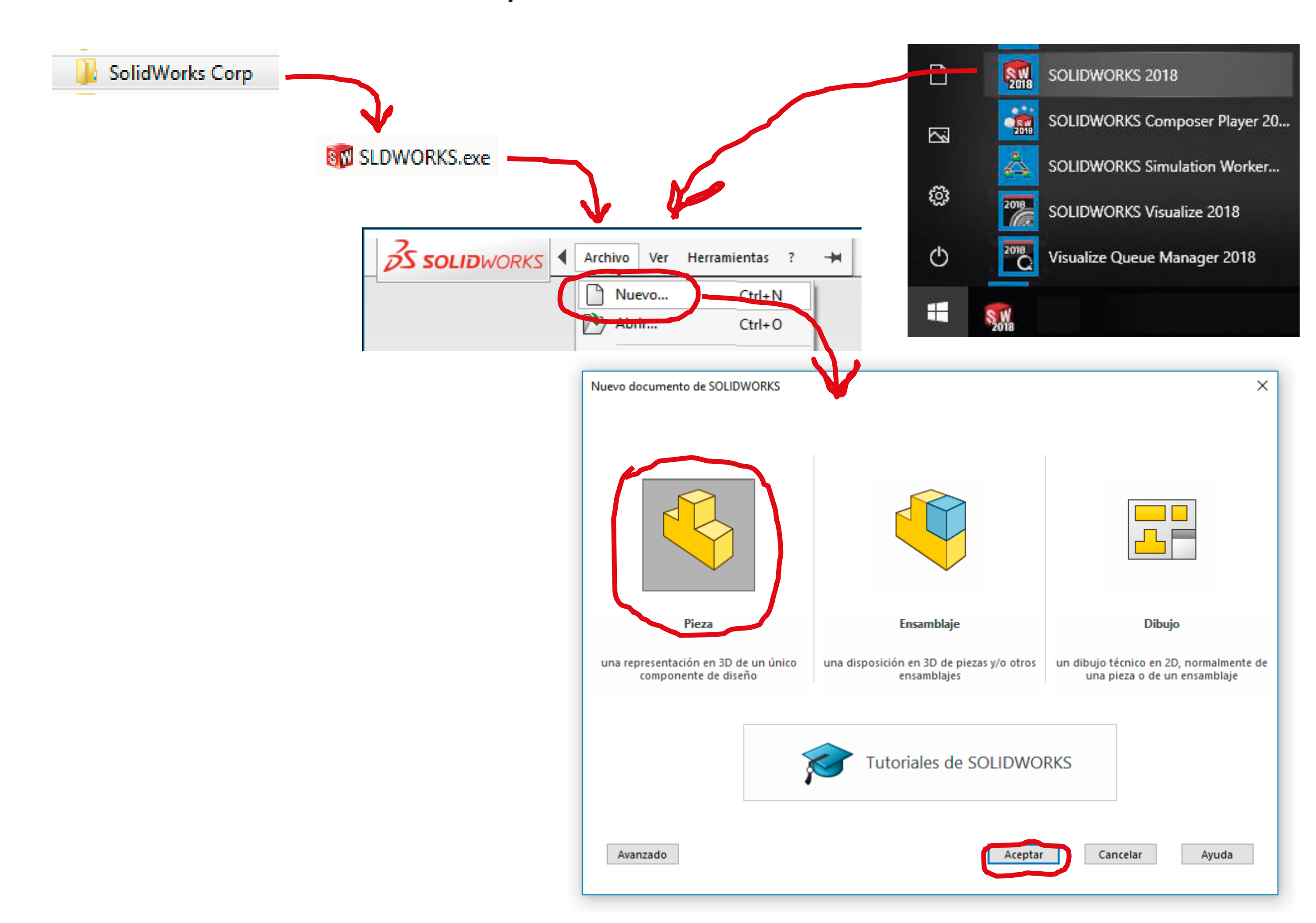
3 Añada la cota de longitud de un lado

4 Dibuje un segundo cuadrilátero, y restrínjalo como se describe en la tarea B

Alternativamente, copie el fichero y edite la copia para cambiar las restricciones de la tarea A por las de la B

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

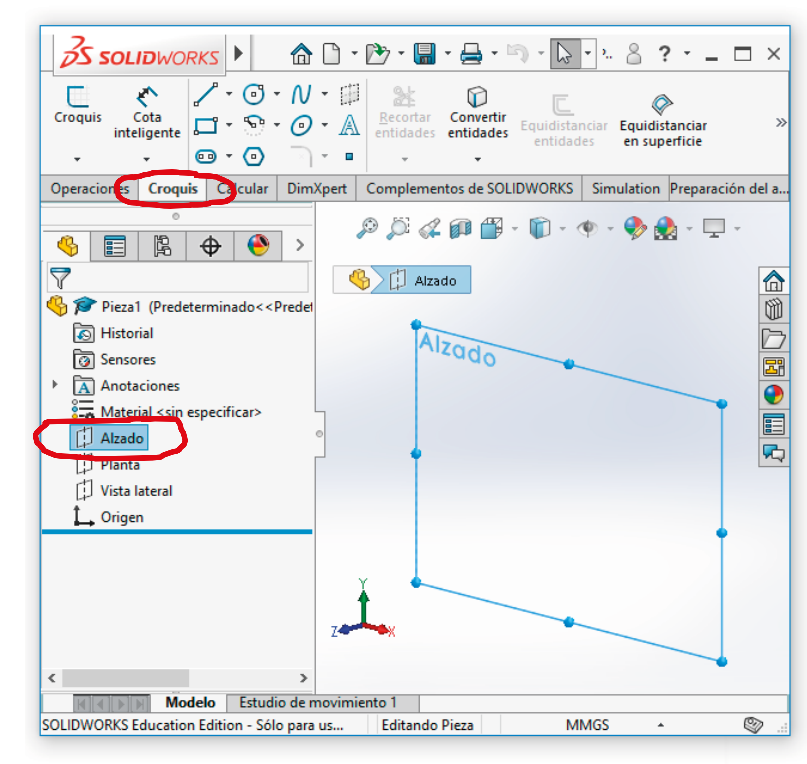
Abra un nuevo fichero de pieza



Ejecución

Abra un nuevo croquis:

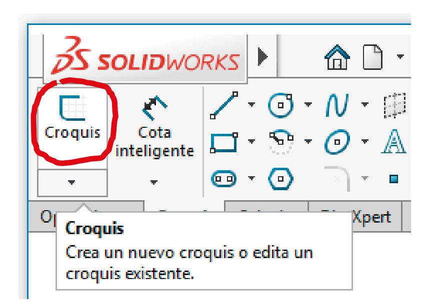
√ Seleccione la pestaña de Croquis



√ Seleccione uno de los tres planos de referencia pre-definidos

Alzado, Planta o Vista lateral

√ Seleccione el comando *Croquis*

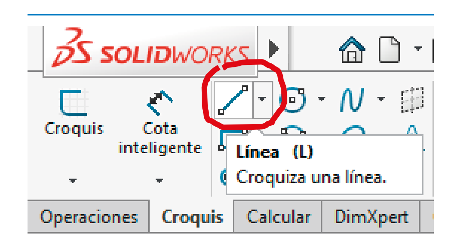


CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Dibuje un cuadrilátero:

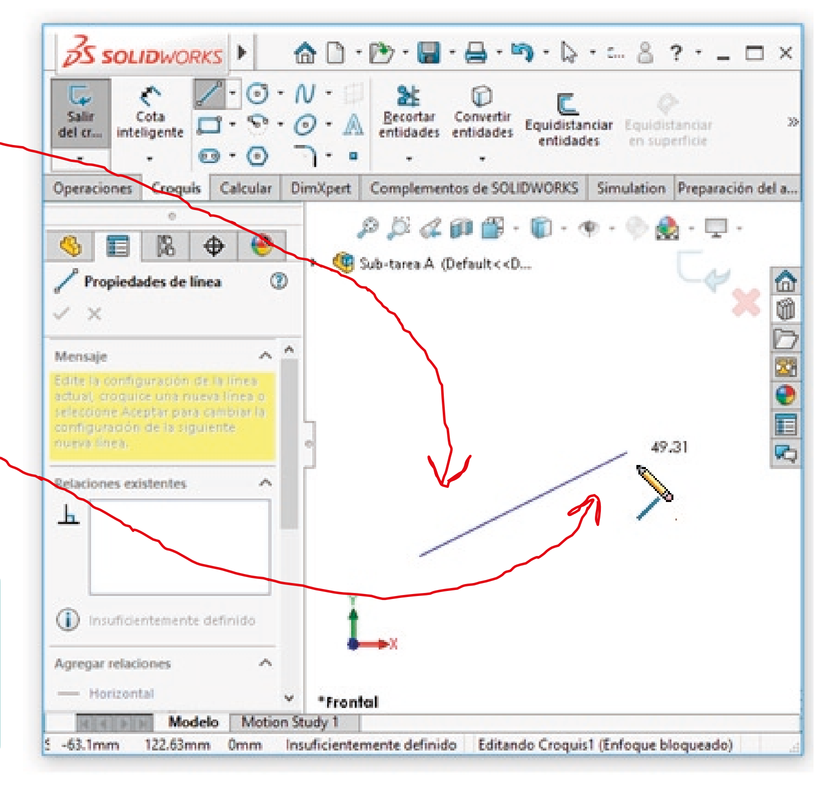
√ Seleccione *Linea*



√ Seleccione un punto arbitrario del área de dibujo

√ Seleccione un segundo punto arbitrario para definir el primer segmento de recta

√ Repita para los tres lados restantes





Si dibuja las cuatro líneas consecutivamente, el punto final de una se convierte automáticamente en el inicial de la siguiente

Ejecución

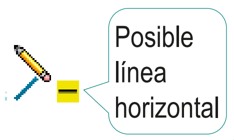
Las líneas puede convertirse automáticamente en horizontales o verticales

√ Coloque el cursor definiendo una línea de construcción "casi" horizontal

√ Espere a que la funcionalidad de captura detecte la condición de horizontal

√ Pulse el botón izquierdo del ratón para confirmar la condición capturada

Los iconos del cursor le informarán de las opciones detectadas



Posible línea horizontal

36.99 180°

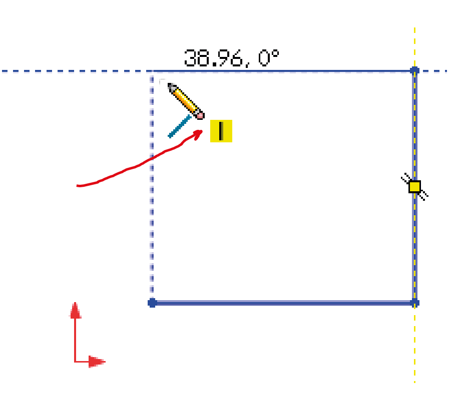
Note que está fijando la orientación, no la longitud

Los vértices pueden convertirse automáticamente en alineados

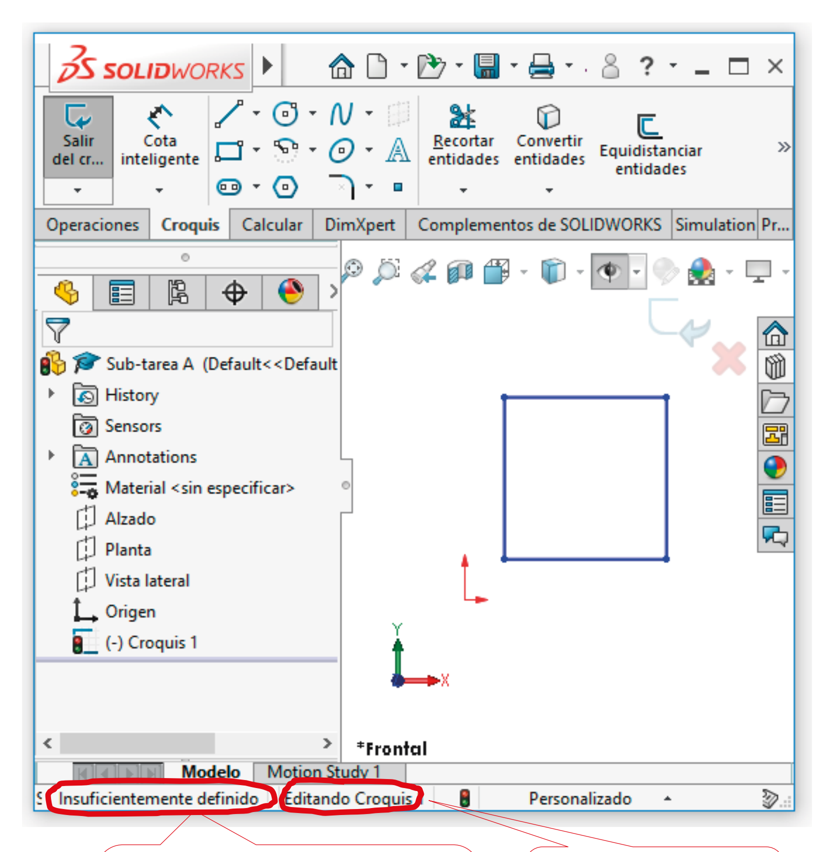
√ Mientras está seleccionando el cuarto vértice, coloque el cursor "casi" en la vertical del primer vértice

√ Espere a que la funcionalidad de captura detecte el alineamiento y asigne coordenadas X iguales a ambos vértices

√ Pulse el botón izquierdo del ratón para confirmar la condición capturada



El resultado debe ser similar a:



¡Note que el croquis está todavía incompletamente definido!

¡El croquis está todavía abierto!

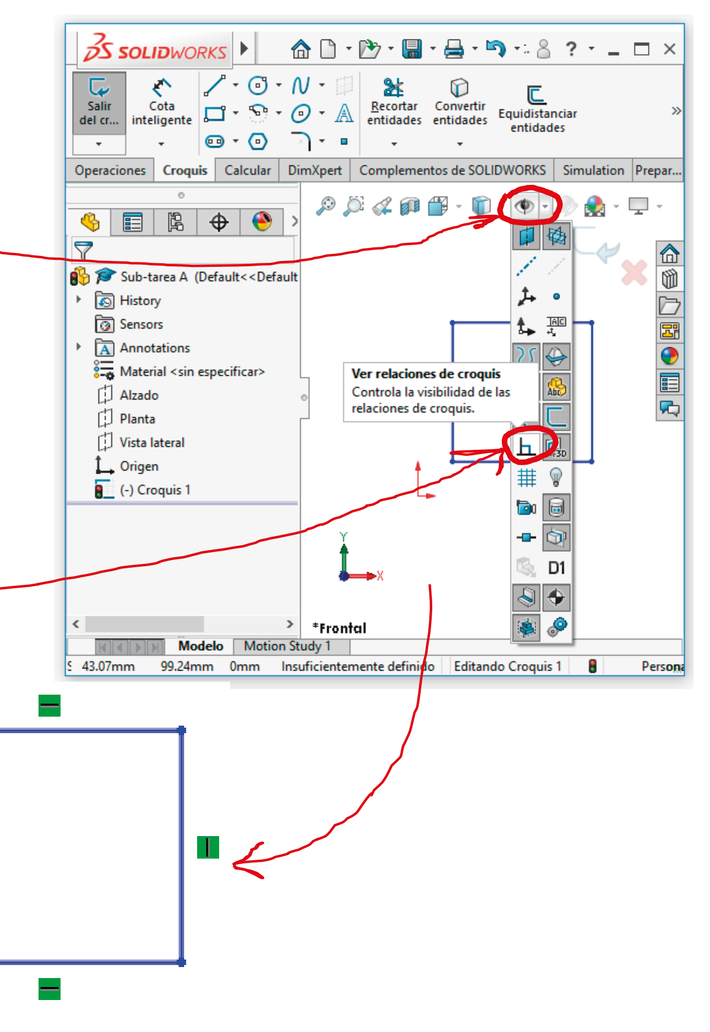
Ejecución

Puede visualizar las restricciones (si actualmente no están visibles)

√ Seleccione Mostrar/Ocultar en el menú de *Ocultar/Mostrar elementos*

Los comandos de visualización se localizan en éste menú del área gráfica

√ Marque *Ver restricciones de croquis* para conmutar su visibilidad



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

- Tarea
- Estrategia
- **Ejecución**
- Conclusiones
- Evaluación

Añada manualmente las restricciones que no se han inferido automáticamente:

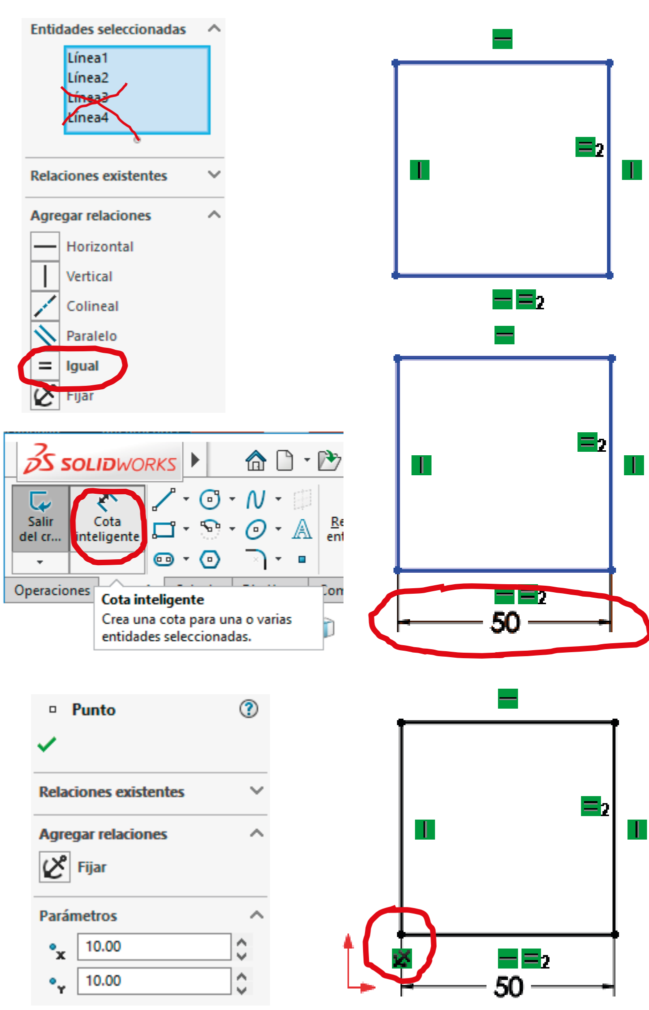
√ Iguale los cuatro lados, seleccionándolos y marcando el botón de *Igual*

> Solo dos lados consecutivos necesitan ser iguales, dado que las condiciones de horizontal y vertical fuerzan las otras dos igualdades

√ Restrinja las longitudes a 50 mm usando *Cota inteligente*

> Solo se necesita una cota, porque las cuatro líneas ya son iguales

√ Ancle la esquina inferior izquierda en las coordenadas (10,10), seleccionando el vértice y aplicándole una restricción de *Fijar*



ISBN: 978-84-18432-81-1

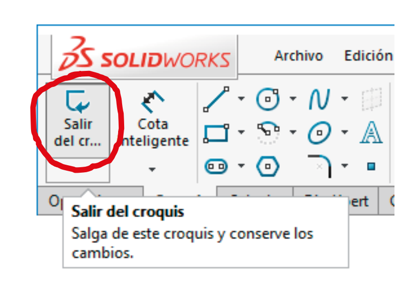
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

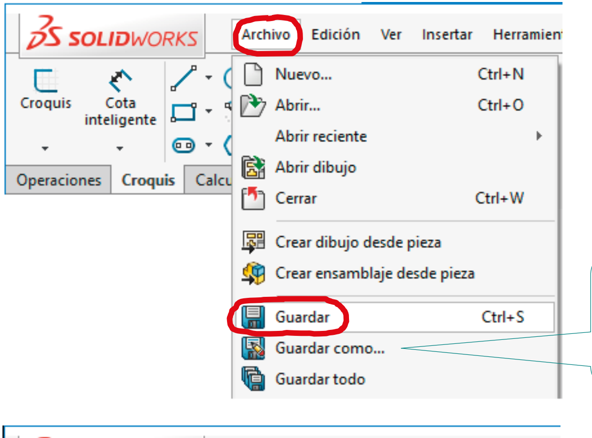
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Ahora, puede terminar la tarea A:

√ Salga del croquis

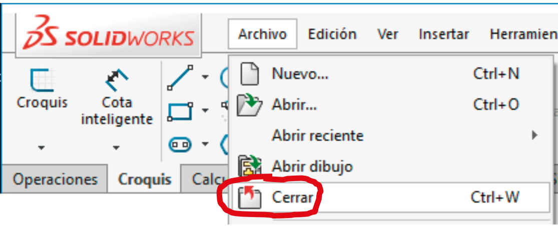


√ Salve el fichero



Use "Guardar como" si necesita renombrar o reubicar el fichero!

√ Cierre el fichero

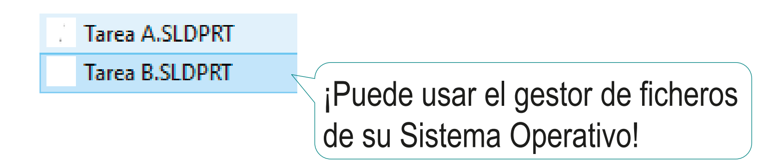


Ejecución

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

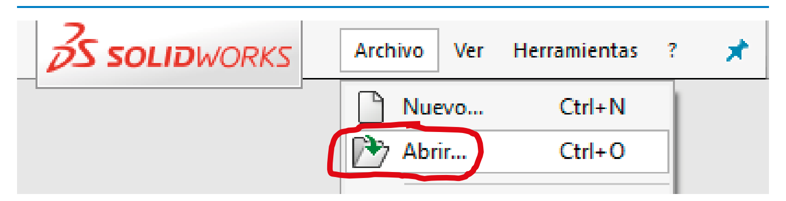
Restrinja el cuadrado tal como indica la tarea B:

- √ Copie el fichero que contiene la tarea A en un nuevo fichero



¡Puede usar el gestor de ficheros de su Sistema Operativo!

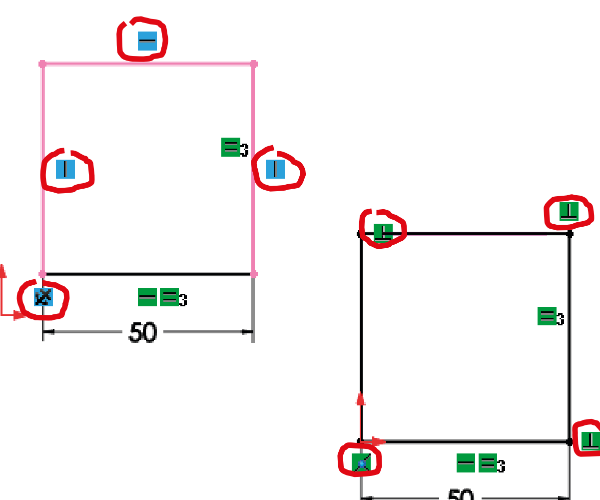
- √ Abra el fichero nuevo



- √ Edite el fichero
  - √ Seleccione y borre todas las relaciones geométricas

Basta con pulsar la tecla de *Suprimir*, después de seleccionar las restricciones

  - √ Añada las nuevas relaciones

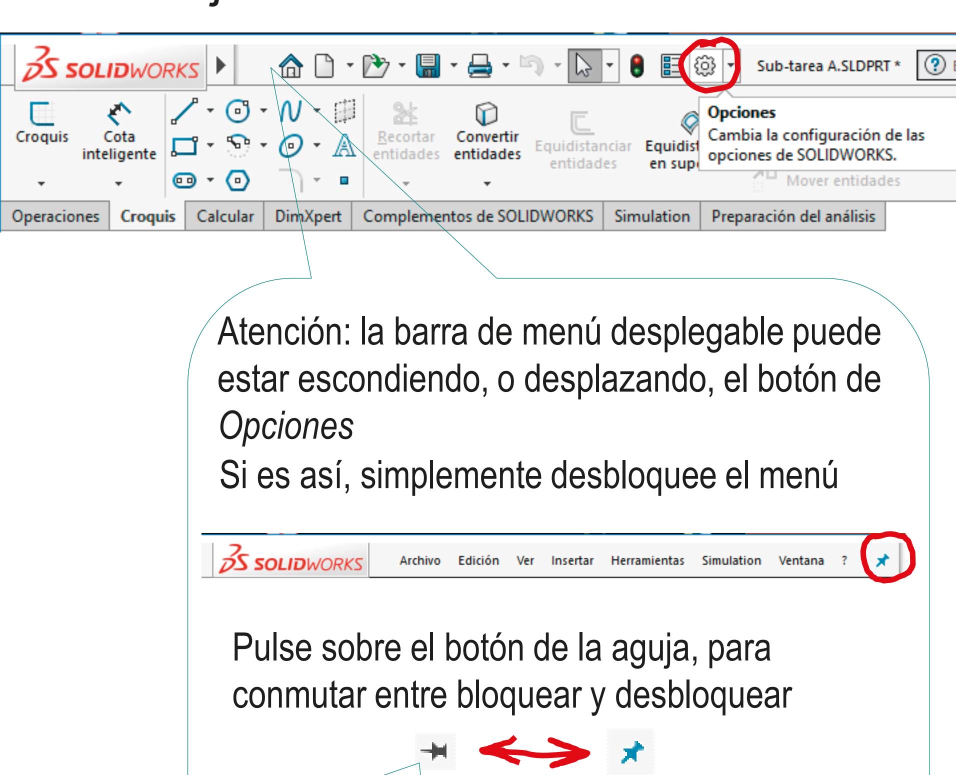


Ejecución

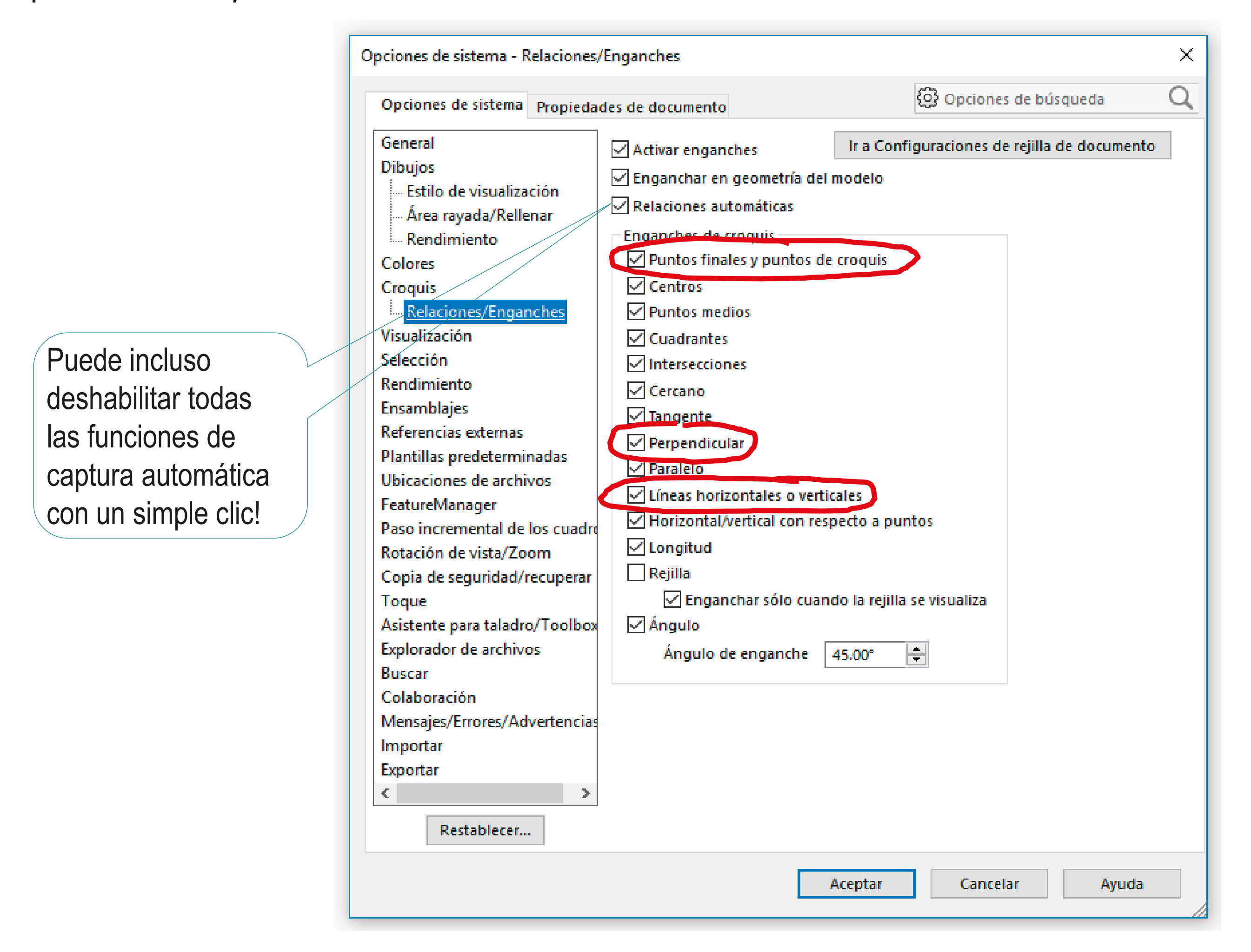


Puede modificar el conjunto de restricciones que se capturan automáticamente al dibujar:

√ Seleccione *Opciones*



√ Seleccione la categoría *Relaciones/Enganches* en la pestaña de *Opciones del sistema*



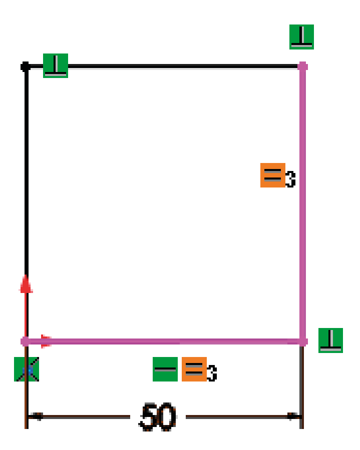
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Dibuje un cuadrado

Puede empezar desde el origen

√ Añada las restricciones que no se hayan añadido automáticamente



Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

1 Las aplicaciones CAD proveen funcionalidades de captura de restricciones simples e intuitivas, para añadir automáticamente las relaciones geométricas

Es práctico, especialmente para usuarios novatos

2 Las relaciones se pueden editar con facilidad

Por lo que no hay necesidad de condicionar la forma de dibujar para maximizar las que se detectan automáticamente

3 Configurar la funcionalidad de captura automática puede ser recomendable para usuarios expertos

Se puede desactivar temporalmente la captura automática de restricciones pulsando la tecla Ctrl mientras se dibuja una entidad

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Evalúe si el croquis es válido:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / Siempre
M1	**El modelo es válido**					
M1.1	El fichero del modelo puede ser encontrado					
M1.1a	El fichero del modelo tiene el contenido esperado					
M1.1b	El fichero del modelo tiene el nombre esperado, y está en la carpeta o sitio web esperados					
M1.2	El fichero del modelo puede ser abierto					
M1.2a	El fichero del modelo puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)					
M1.2b	El fichero del modelo es compatible con el CAD del receptor					
M1.3	El fichero del modelo puede ser usado					
M1.3a	El árbol del modelo está libre de mensajes de error					
M1.3b	El fichero del modelo está libre de operaciones en progreso al abrirlo					

- √ Aplique los métodos descritos en el Ejercicio 1.1.1 para valorar los criterios M1.1, M1.2 y M1.3
- √ Use los sub-criterios (escritos en gris en la tabla) si está inseguro sobre cómo evaluar, o quiere evaluar con mayor precisión

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Evalúe si el croquis es consistente:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / Siempre
M3.1	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas, y están completamente restringidos					
M3.1a	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas					
M3.1b	Los perfiles están completamente restringidos					

- √ Compruebe que el perfil tenga cuatro líneas (y solo cuatro), con vértices consecutivamente coincidentes

- √ Compruebe que el perfil esté marcado como completamente restringido

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

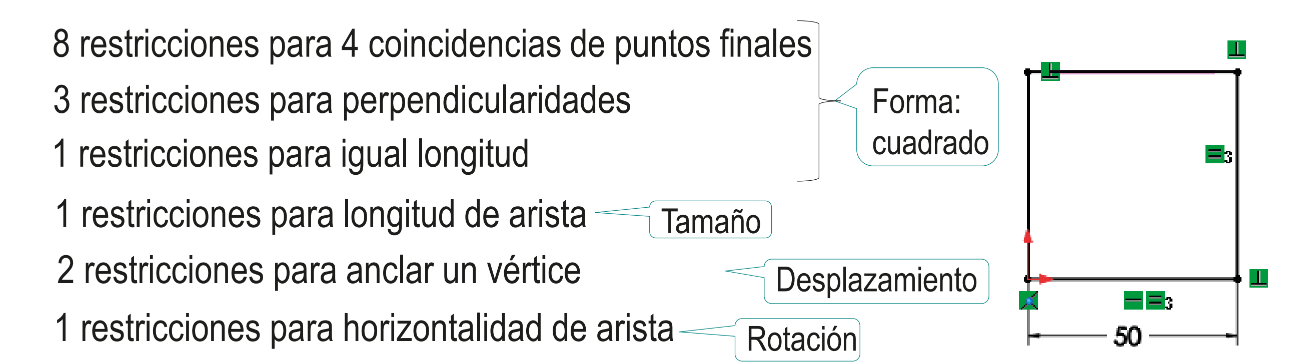
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Evalúe si el croquis es conciso:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / Siempre
M4.1a	Los perfiles están libres de restricciones repetitivas o fragmentadas					

√ Compruebe que la valencia total de las restricciones no es mayor que el número de grados de libertad:

16 GDL= 4 segmentos x 4 GDL por segmento



Ejercicio 1.2.2. Delineación paramétrica de un cuadrilátero

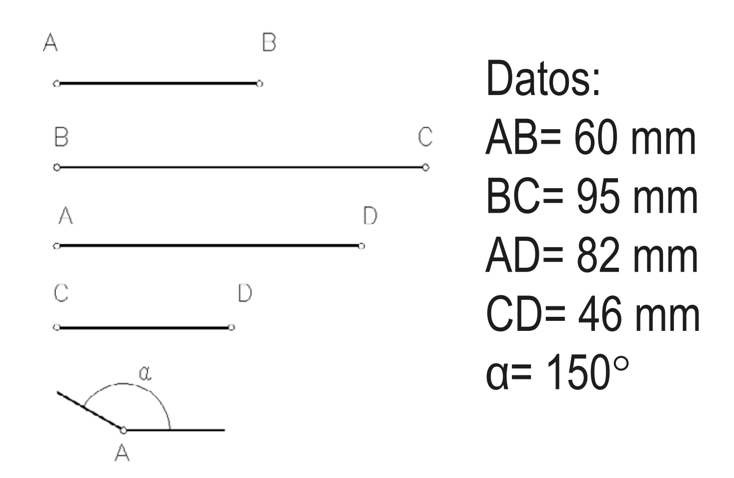
Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Un cuadrilátero es una figura cerrada compuesta por cuatro segmentos conectados por sus vértices

- √ Es un tipo particular de polígono irregular
- √ Se denominan diagonales a los segmentos que unen vértices alternos

Construya un cuadrilátero conocidos los cuatro lados y un ángulo:



Datos:
AB= 60 mm
BC= 95 mm
AD= 82 mm
CD= 46 mm
α= 150°

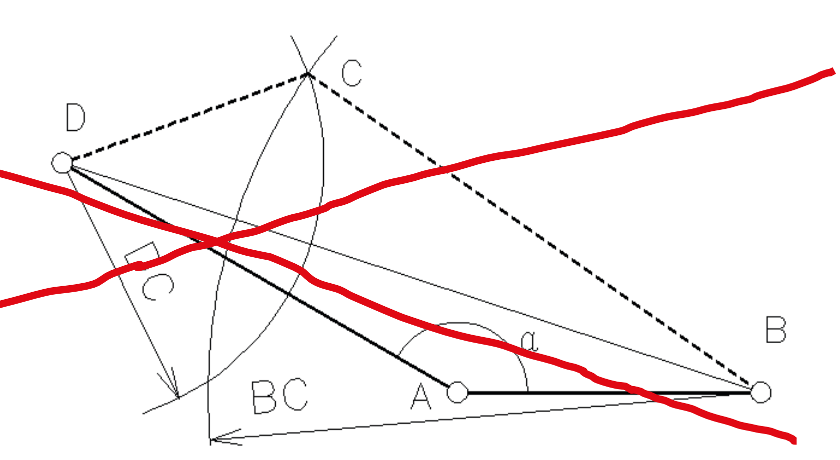
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

No utilice el método clásico:

1. Dibuje el ángulo conocido (AB, AD y α)
2. Se obtiene una diagonal (BD) que nos permite construir el triángulo restante a partir de sus tres lados (BD, BC, CD)



Aplique el método basado en restricciones:

1. Dibuje un cuadrilátero cualquiera
2. Restrinja secuencialmente las longitudes de cada uno de los cuatro lados
3. Restrinja el ángulo α
4. Restrinja la posición y orientación de la figura

Ejecución

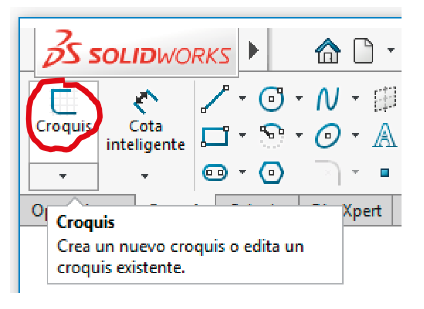
Dibuje la figura geométrica como un croquis:

√ Seleccione el menú "croquis"

√ Seleccione un plano de referencia predefinido

Alzado, planta o vista lateral

√ Entre en el módulo de croquis

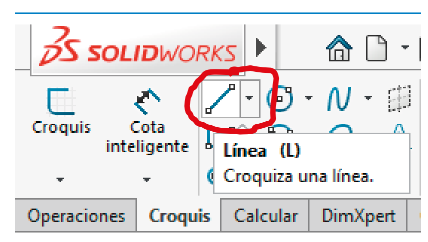


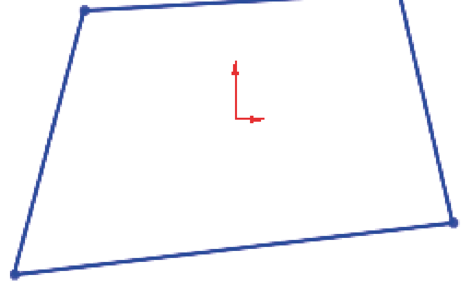
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

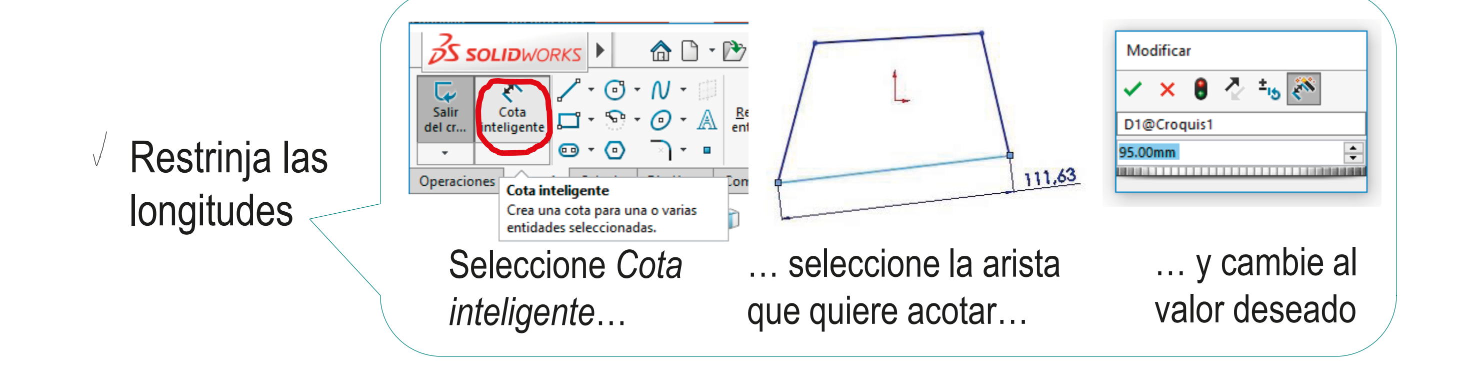
Tras entrar en el modo croquis, utilice las herramientas de dibujo de "línea" para dibujar el cuadrilátero:

√ Dibuje cuatro líneas seguidas, para obtener la forma aproximada





√ Restrinja las longitudes



Seleccione *Cota inteligente*…

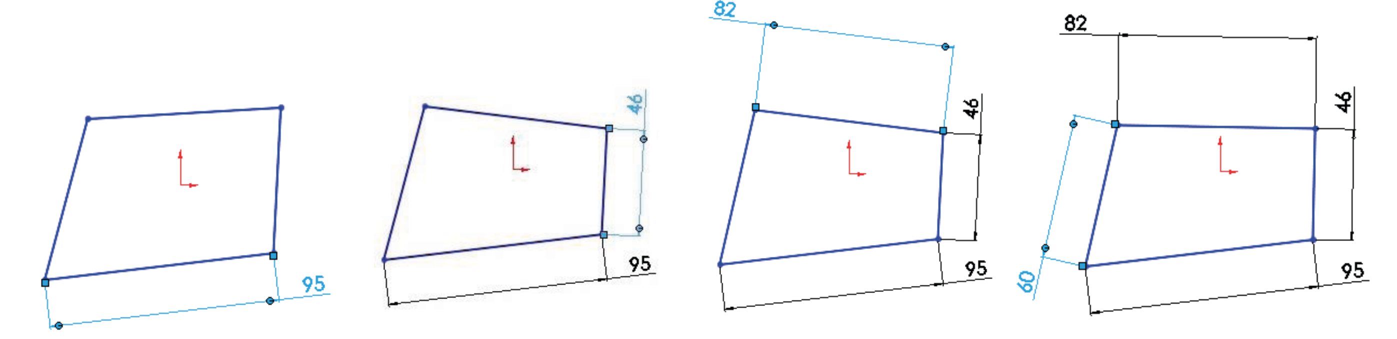
… seleccione la arista que quiere acotar…

… y cambie al valor deseado

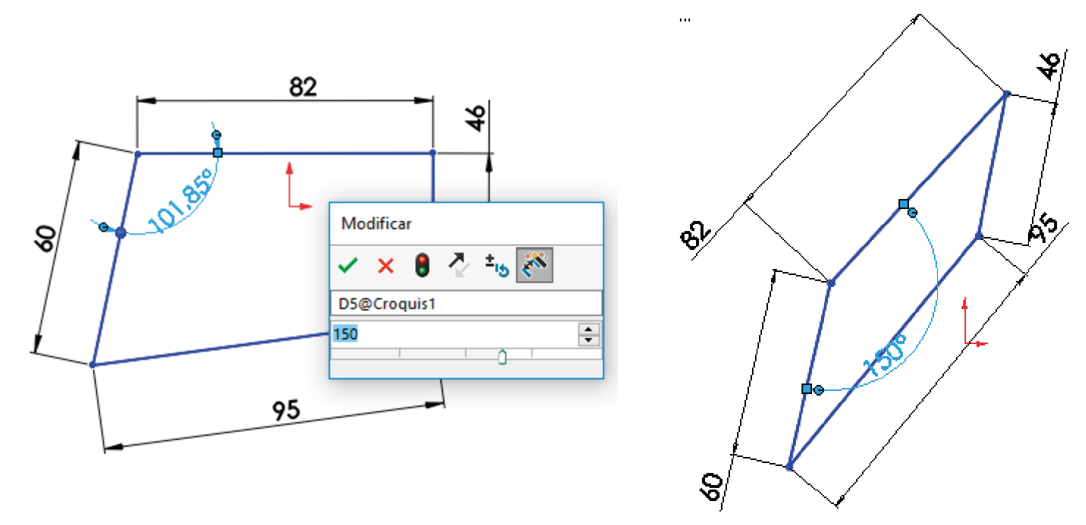
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

El proceso de restricción debe hacerse en secuencia:

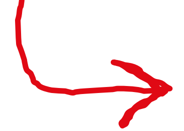


Debe dejar para el final las restricciones que puedan producir cambios más bruscos:

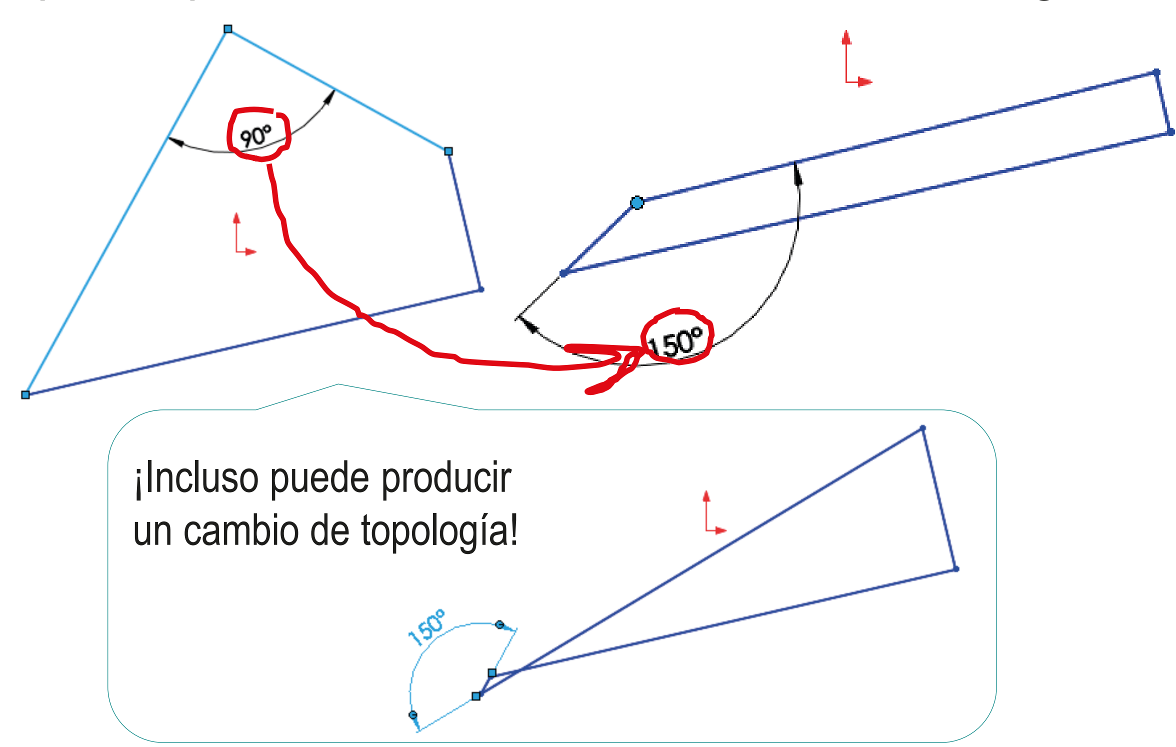




Es recomendable que la forma inicial no difiera mucho de la forma deseada



Un cambio grande provocado por una restricción, puede producir un cambio brusco de toda la figura



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

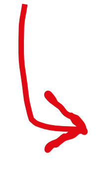
¡Se ha restringido la forma, pero no la posición del cuadrilátero!



Para restringir la posición, se establecen relaciones con elementos de referencia

Los elementos de referencia ("datums") más comunes son:

- Planos de referencia
- Sistemas de coordenadas



¡Hay que "anclar" el dibujo a los datums!

ISBN: 978-84-18432-81-1

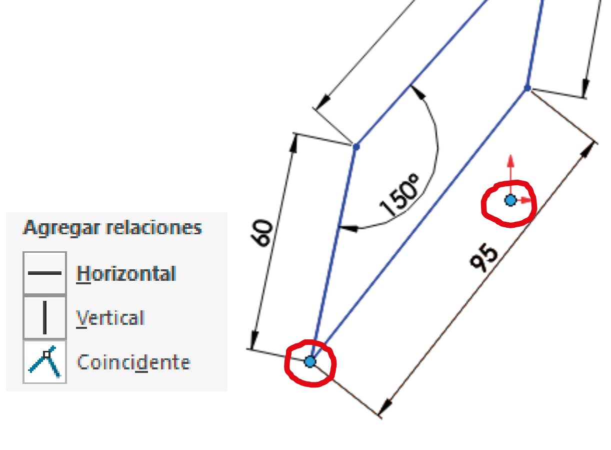
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Se puede restringir la traslación haciendo coincidir el vértice con el origen de coordenadas:

- Seleccione el vértice y el origen de coordenadas

  Mantenga pulsada la tecla *Ctrl* mientas señala los puntos uno detrás de otro

- Seleccione la restricción de *Coincidente*



Alternativamente, se puede restringir la traslación fijando las coordenadas de un vértice:



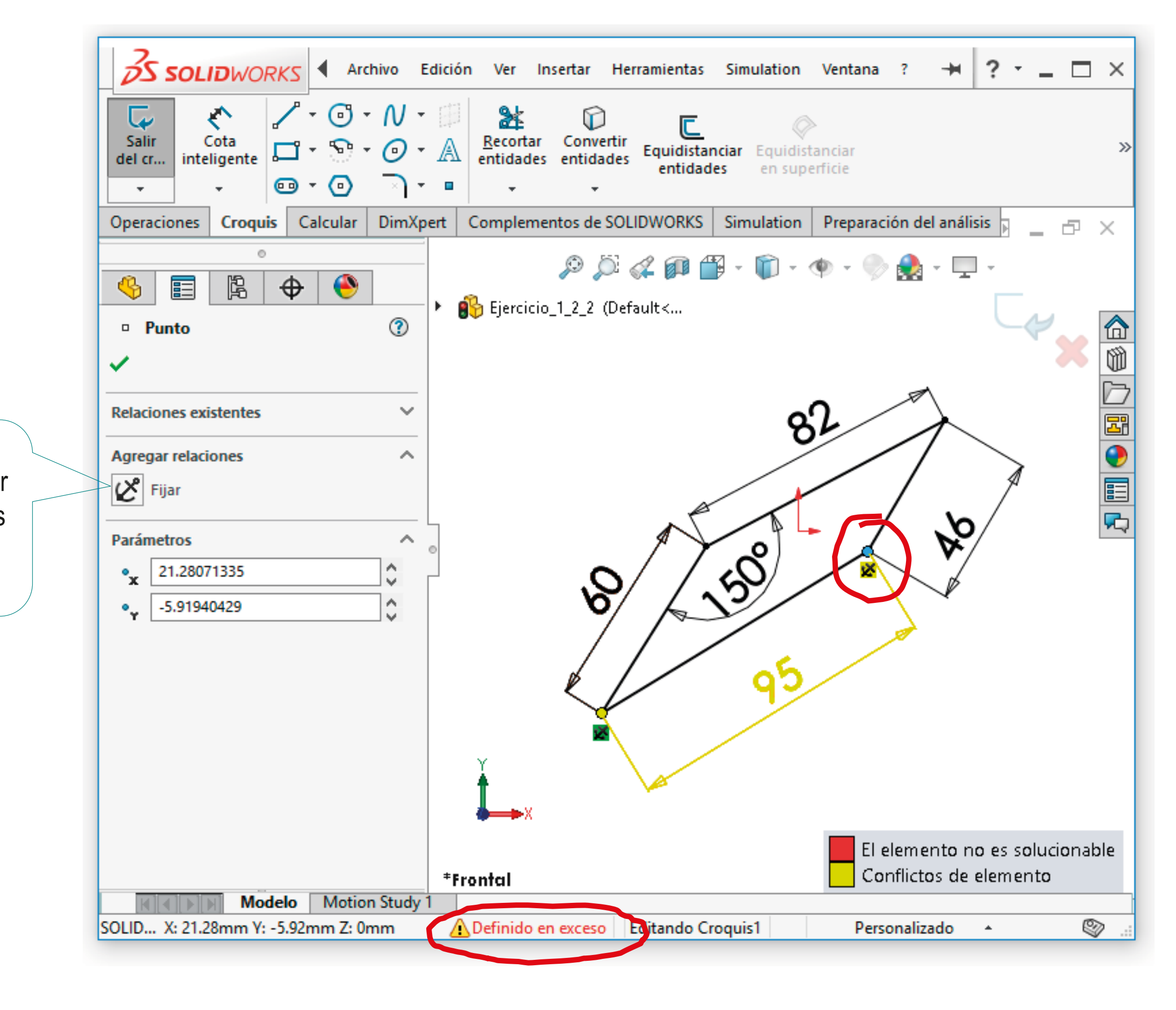
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Si se intenta restringir otro vértice se sobre-restringe:

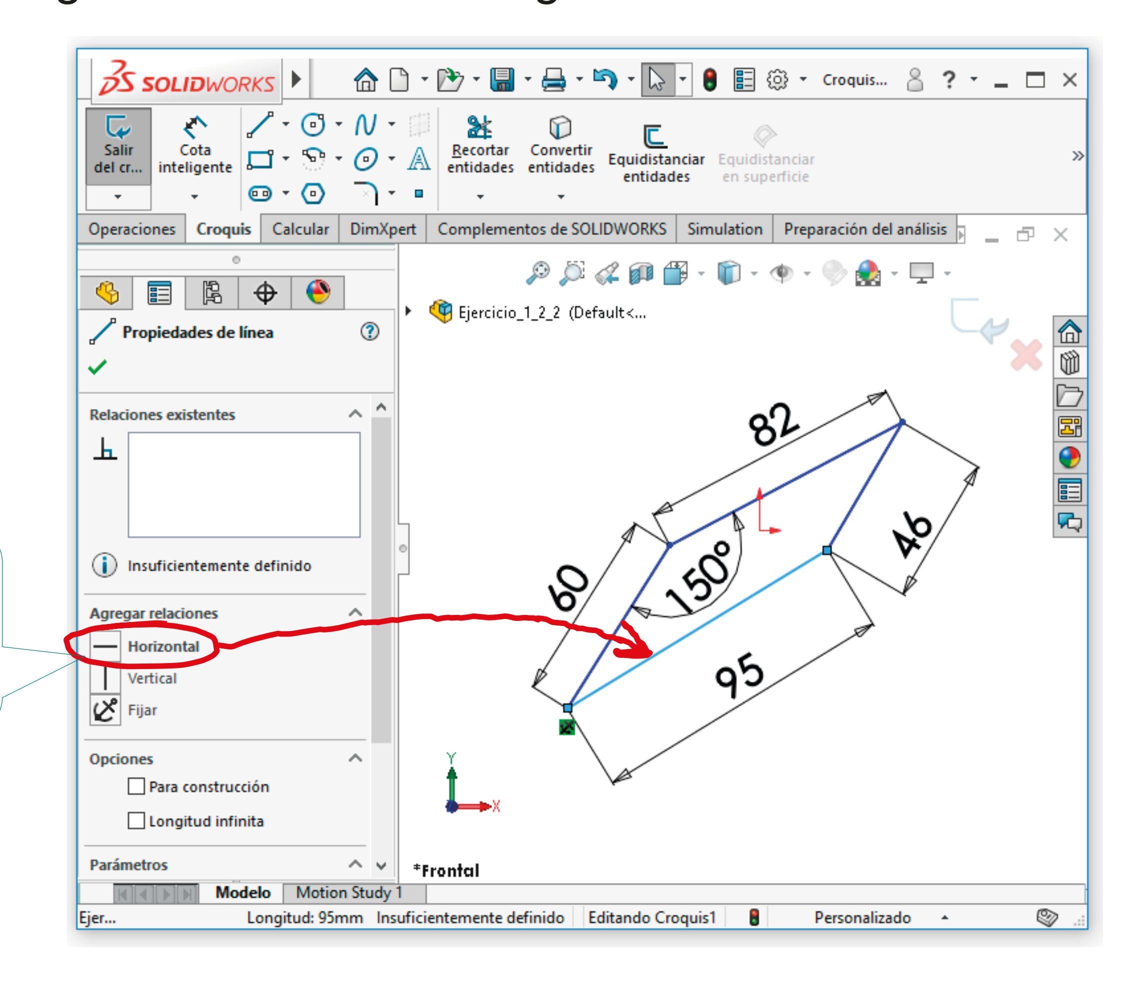
La lista de posibles relaciones a agregar se muestra después de seleccionar un punto



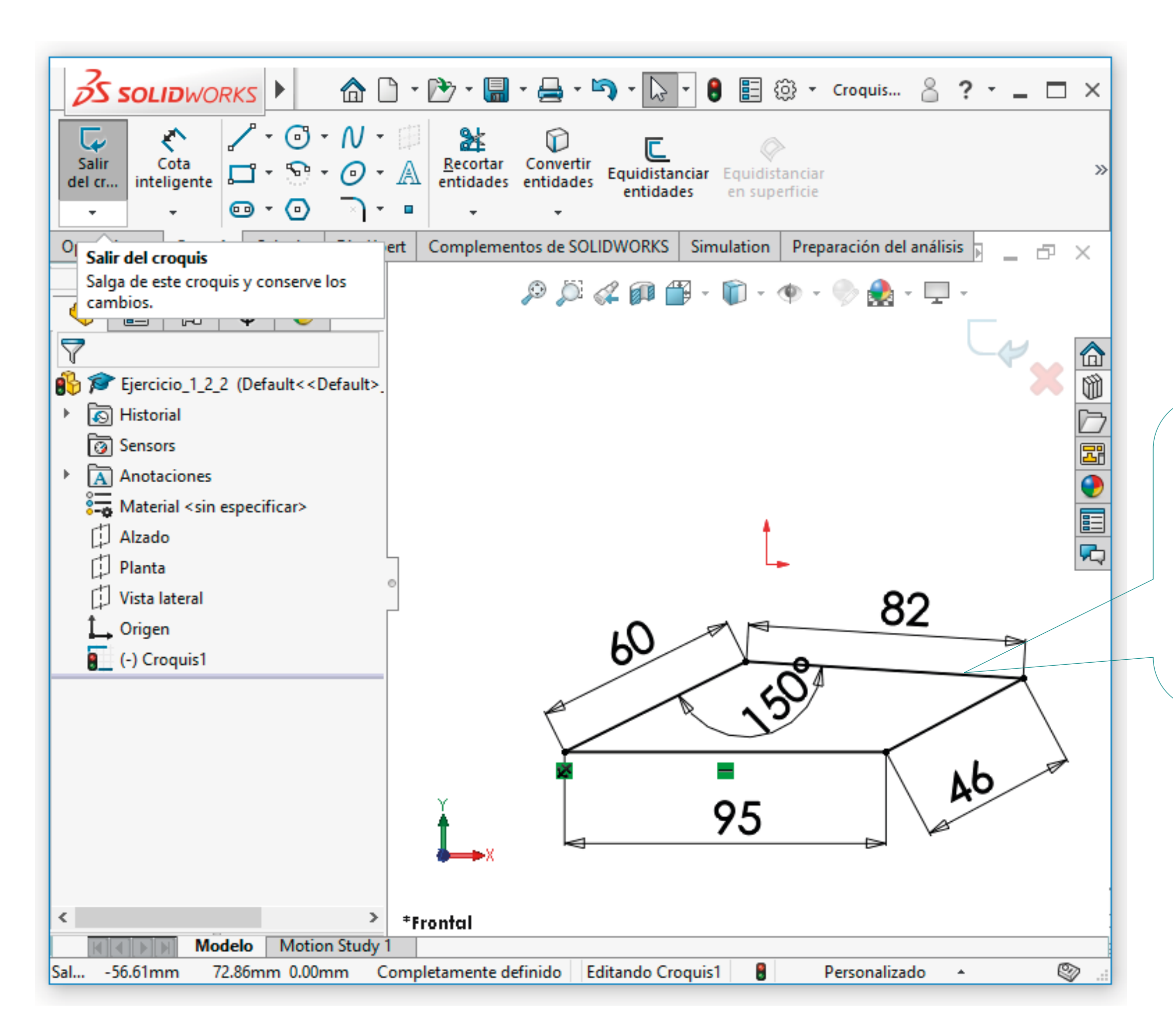
Ejecución

Dado que solo queda un grado de libertad (rotación), se puede restringir la orientación de alguna arista:

La lista de posibles relaciones a agregar se muestra después de seleccionar una línea



El resultado es una figura completamente restringida:



Nótese que la figura, cuando está completamente definida, se dibuja automáticamente en color negro

Conclusiones

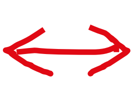
Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 No hay que dibujar la figura final



Hay que dibujar una figura aproximada para luego restringirla

~~No hay que dibujar siguiendo métodos clásicos, pensados para regla y compás~~

2 Las restricciones reemplazan a los antiguos métodos de trazado:

√ El dibujo inicial no debe estar restringido

Algunas restricciones sencillas se pueden incorporar en el momento de dibujar

Hay que dibujar "mal", para evitar que se generen restricciones automáticas indeseadas

√ Se deben añadir las restricciones necesarias

¡Ni más ni menos!

√ Contar grados de libertad (gdl) ayuda a saber si faltan o sobran restricciones

Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones



Hay que aprender a utilizar los menús de restricciones, porque son contextuales:

√ Las relaciones de orientación solo se activan tras seleccionar una línea

√ Las relaciones entre varias líneas solo se activan tras seleccionar todas las líneas

√ El tipo de cota depende de la posición del cursor durante la colocación de la cota

Por ejemplo, el programa va conmutando de horizontal/vertical a inclinada

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejercicio 1.2.3. Hexágono con construcciones auxiliares

Tarea

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Obtenga un hexágono regular

¡El método clásico de construcción de hexágonos no es apropiado para trabajar con restricciones!

~~Dibuje la circunferencia circunscrita (de radio r)~~

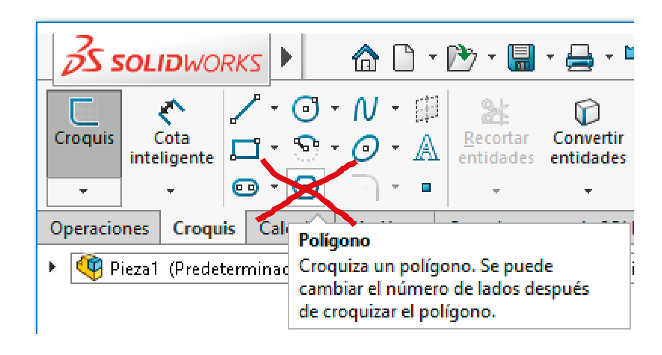
~~Marque un vértice arbitrario en la circunferencia~~

~~Marque el vértice siguiente, dibujando un arco de circunferencia con centro en el vértice actual, y radio r~~

~~Repita la operación para marcar el resto de vértices~~

~~Dibuje los lados uniendo los vértices contiguos~~

No debe utilizar la herramienta de croquizar polígonos regulares



El método para obtener un hexágono regular mediante restricciones es:

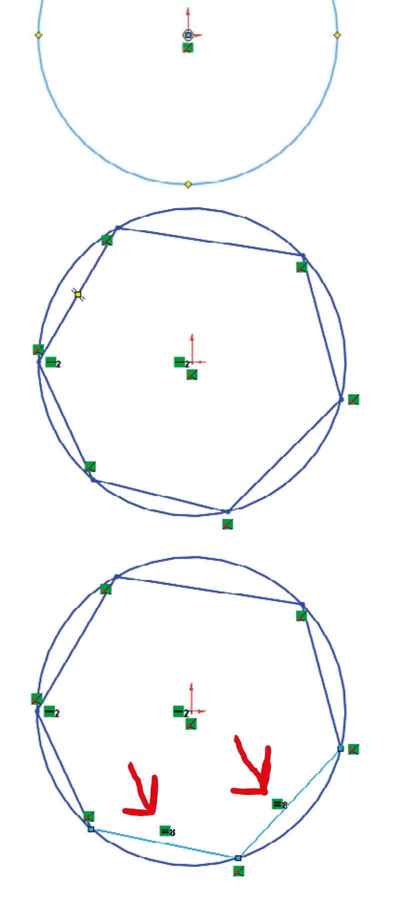
1 Dibuje una circunferencia en un plano de trabajo

Es una construcción auxiliar, que ayuda a restringir el hexágono

2 Dibuje un hexágono irregular con sus vértices sobre la circunferencia

El programa detecta la restricción de vértice en circunferencia si se pone el cursor cerca de la misma

3 Restrinja los lados para que tengan la misma longitud



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

El proceso detallado es:

1 Comience un croquis

2 Dibuje una circunferencia en el plano de trabajo

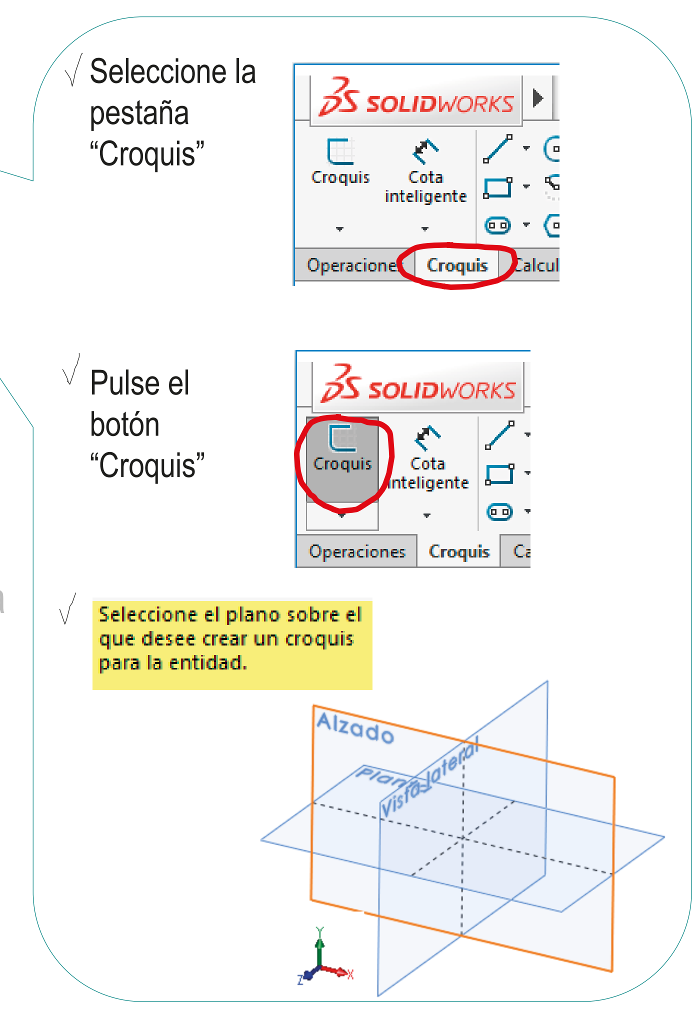
3 Dibuje un hexágono irregular con sus vértices sobre la circunferencia

4 Restrinja los lados para que tengan la misma longitud

√ Seleccione la pestaña "Croquis"

√ Pulse el botón "Croquis"

√



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

El proceso detallado es:

1 Comience un croquis

2 Dibuje una circunferencia en el plano de trabajo

√ Seleccione el comando "Círculo"

√ Marque con el cursor el origen de coordenadas

Será el centro

√ Marque o escriba el radio

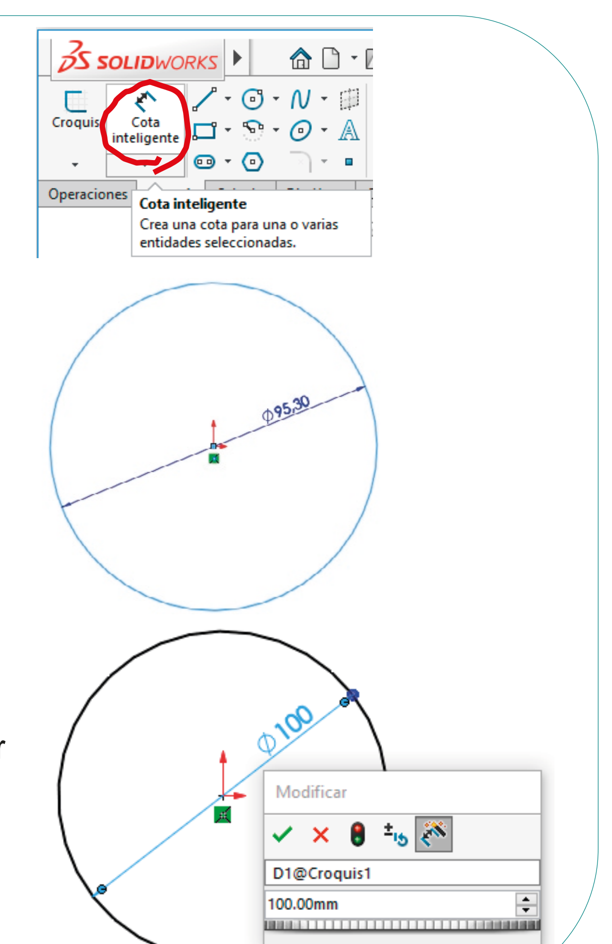
3 Dibuje un hexágono irregular con sus vértices sobre la circunferencia

4 Restrinja los lados para que tengan la misma longitud



¡La definición de la circunferencia está incompleta!

¡Falta restringir su diámetro!



El proceso detallado es:

1 Comience un croquis

2 Dibuje una circunferencia en el plano de trabajo

3 Dibuje un hexágono irregular con sus vértices sobre la circunferencia

√ Seleccione el comando *Línea*

√ Marque dos puntos cualquiera de la circunferencia

√ Repita para las cinco líneas restantes

Si se introducen seguidas, cada punto final es punto inicial de la siguiente línea

4 Restrinja los lados para que tengan la misma longitud

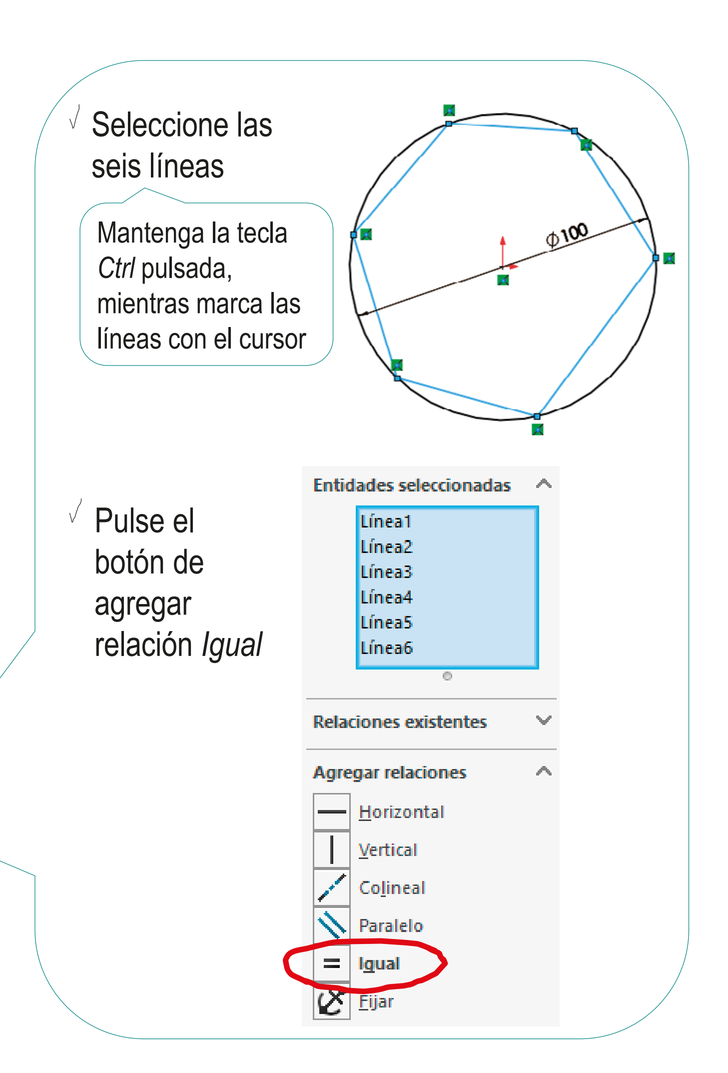
El proceso detallado es:

1 Comience un croquis

2 Dibuje una circunferencia en el plano de trabajo

3 Dibuje un hexágono irregular con sus vértices sobre la circunferencia

4 Restrinja los lados para que tengan la misma longitud

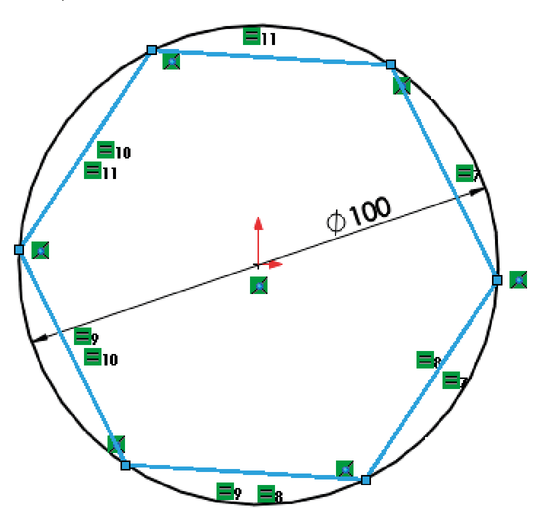


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tras cerrar el croquis, el resultado es:

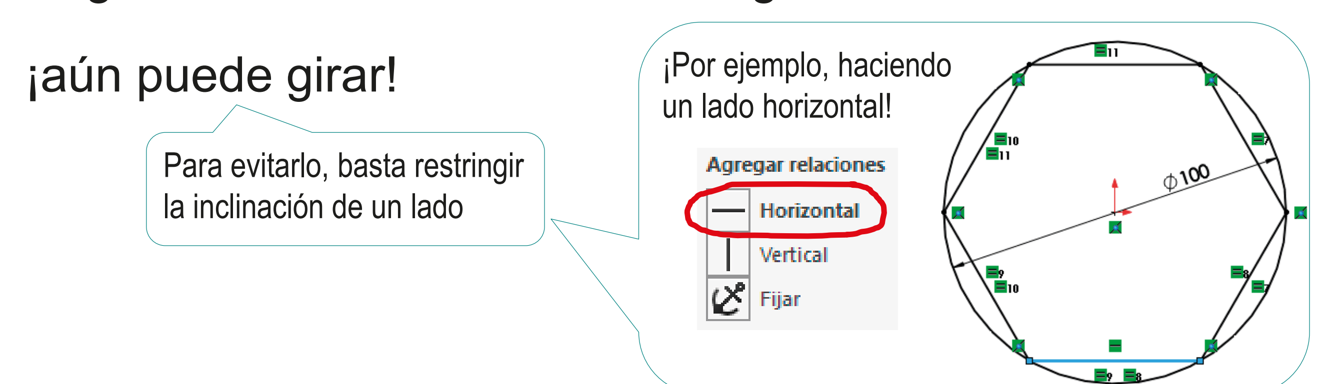




Pero la figura no está totalmente restringida:

¡aún puede girar!

Para evitarlo, basta restringir la inclinación de un lado



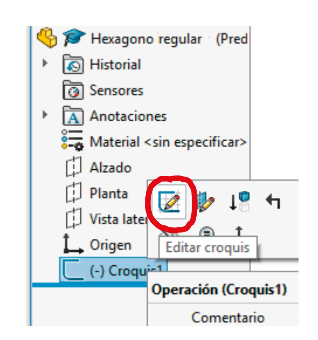


Puede convertir la circunferencia en geometría auxiliar o suplementaria:

√ Edite el croquis

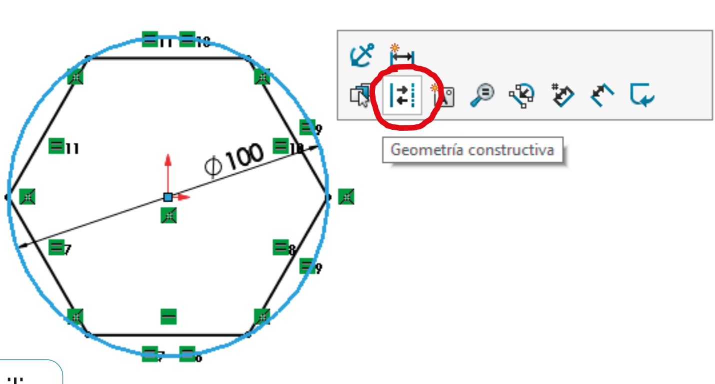
√ Seleccione el croquis en el árbol del modelo

√ Seleccione *Editar croquis* en el menú contextual



√ Seleccione la/las líneas que quiere convertir en geometría auxiliar

√ Utilice el menú contextual para cambiar el tipo de línea



SolidWorks® representa la geometría auxiliar mediante líneas de trazo y punto

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones



También puede separar la circunferencia del hexágono regular:

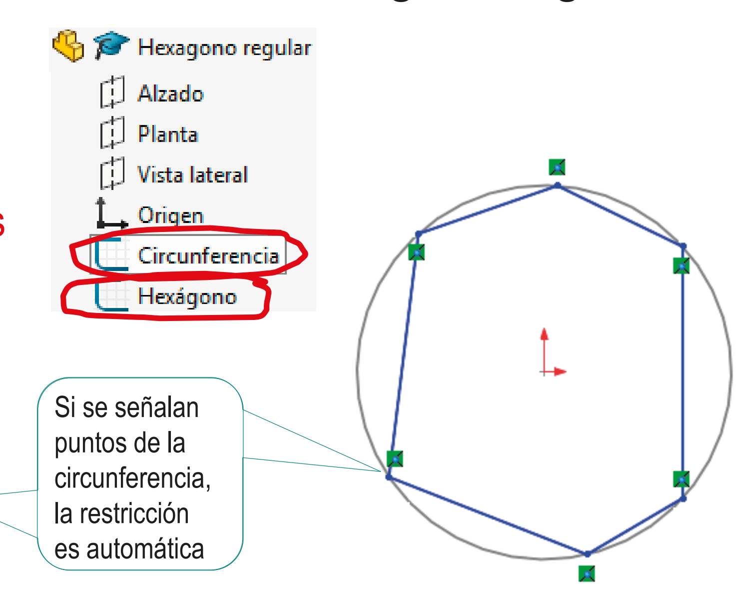
1. Dibuje una circunferencia en un croquis
2. Dibuje un hexágono en otro croquis *coplanario* con el anterior

   ¡Utilice el mismo plano de trabajo!

3. Restrinja los vértices para que pertenezcan a la circunferencia

   Si se señalan puntos de la circunferencia, la restricción es automática

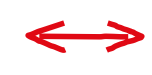
4. Restrinja los lados para que tengan la misma longitud





Esta técnica de dibujar los croquis por "capas" tiene ventajas:

Utilizar dos planos de boceto requiere más tiempo



Pero permite obtener un hexágono "limpio"

Las construcciones auxiliares quedan separadas

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 No hay que dibujar la figura final ⟺ Hay que dibujar una figura aproximada para luego restringirla

~~No hay que dibujar siguiendo métodos clásicos, pensados para regla y compás~~

2 Las restricciones son la clave del dibujo paramétrico

3 Se pueden utilizar construcciones auxiliares…

…siempre que sirvan para imponer restricciones, no para evitarlas

Ejercicio 1.2.4. Placa rectangular

Tarea

- **Tarea**
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones

La figura muestra una placa rectangular con dos agujeros redondos simétricos respecto a un eje vertical central

La pieza está acotada en milímetros

Tarea:

Obtenga la placa mediante una extrusión de un único croquis parametrizado (incluyendo los dos agujeros redondos)

El croquis debe estar restringido para permitir cambiar de forma independiente su tamaño, su posición y su orientación

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Dibuje el croquis paramétrico:

1 Dibuje un cuadrilátero

Dibújelo inclinado si quiere evitar que se añadan automáticamente restricciones de horizontalidad o verticalidad

2 Añada las restricciones del rectángulo

✓ Añada las restricciones geométricas que no se hayan añadido automáticamente

✓ Añada las cotas de tamaño

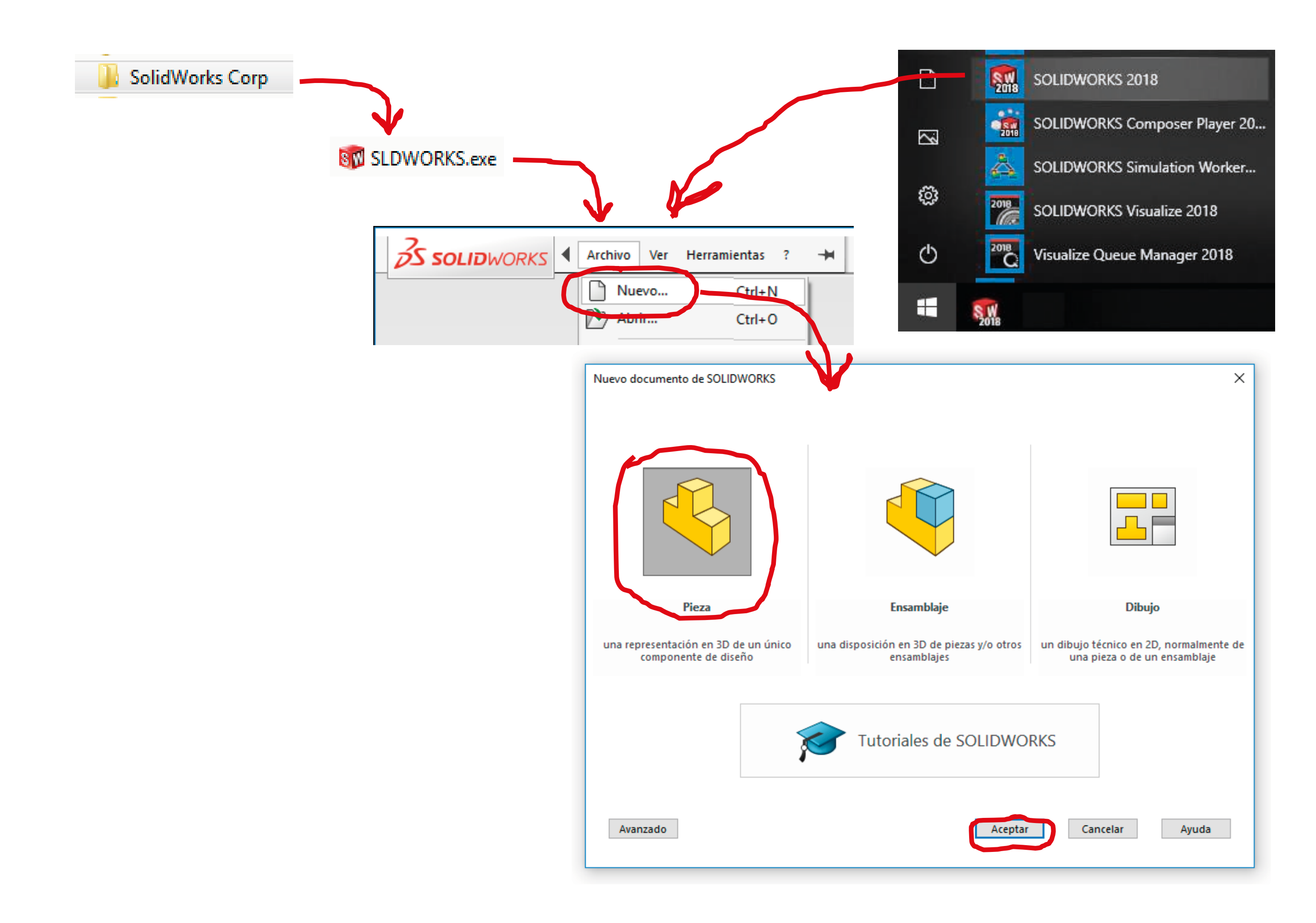
3 Añada las cotas de posición del rectángulo

Dibuje una línea auxiliar para usarla como eje de referencia de la orientación del rectángulo

4 Añada los detalles: dos círculos y su eje de simetría

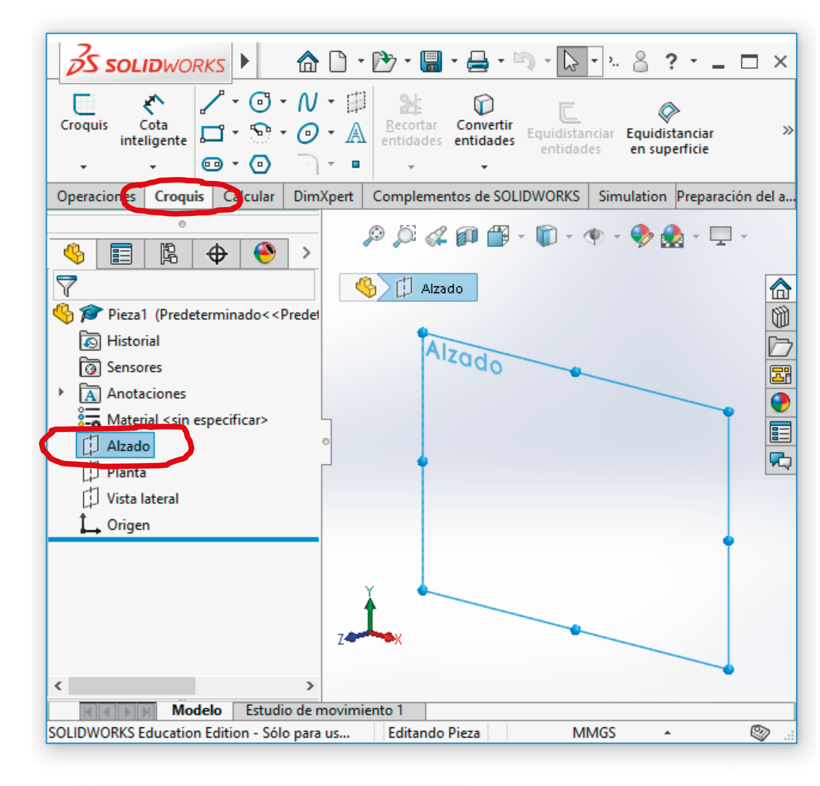
2 Extruya el croquis para obtener la placa

Abra un nuevo fichero de pieza



Abra un nuevo croquis:

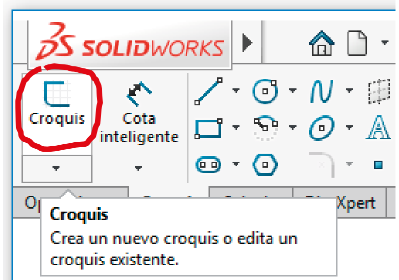
√ Seleccione la pestaña de Croquis



√ Seleccione uno de los tres planos de referencia predefinidos

Alzado, Planta o Vista lateral

√ Seleccione el comando *Croquis*



ISBN: 978-84-18432-81-1

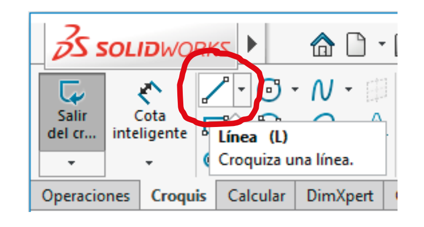
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Dibuje un rectángulo:

√ Seleccione *Linea*



Alternativamente, puede utilizar el comando *Rectángulo*



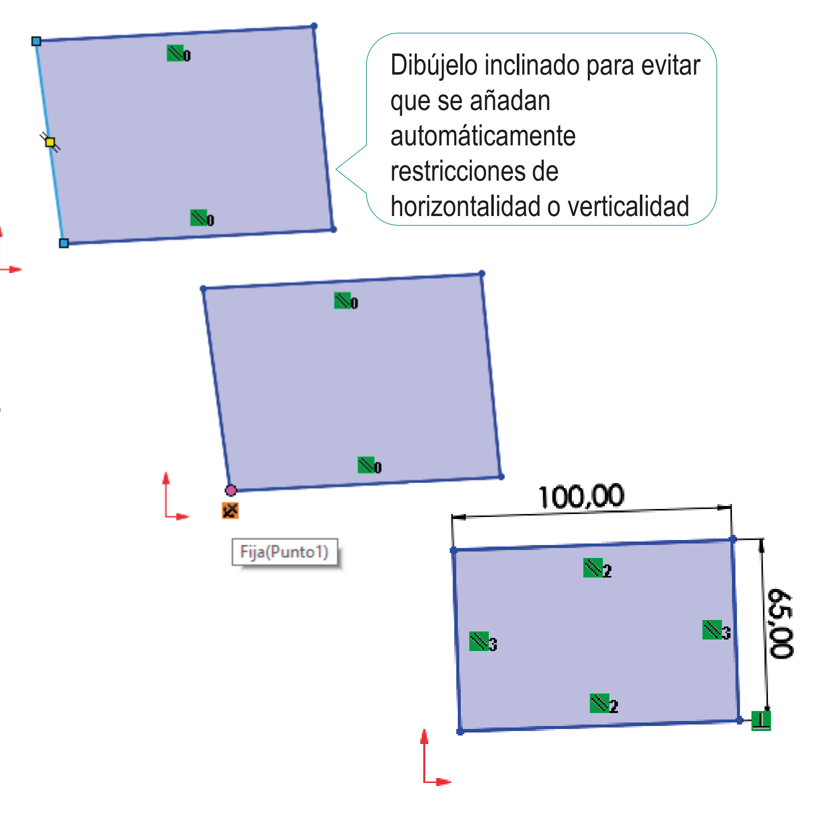
√ Dibuje cuatro líneas consecutivas, cerrando un cuadrilátero

Al dibujarlas encadenadas, se garantiza que el punto final de cada una sea el inicial de la siguiente

Dibújelo inclinado para evitar que se añadan automáticamente restricciones de horizontalidad o verticalidad

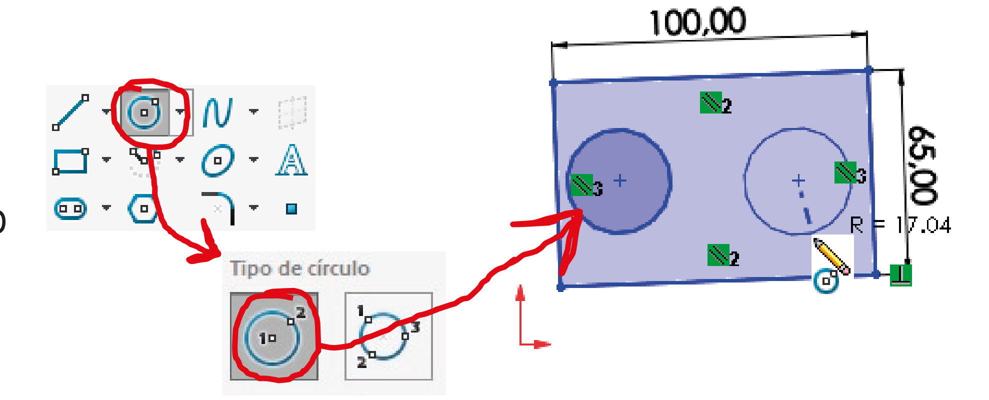
√ Elimine las restricciones detectadas automáticamente por error

√ Añada las restricciones que faltan



Dibuje los agujeros simétricos:

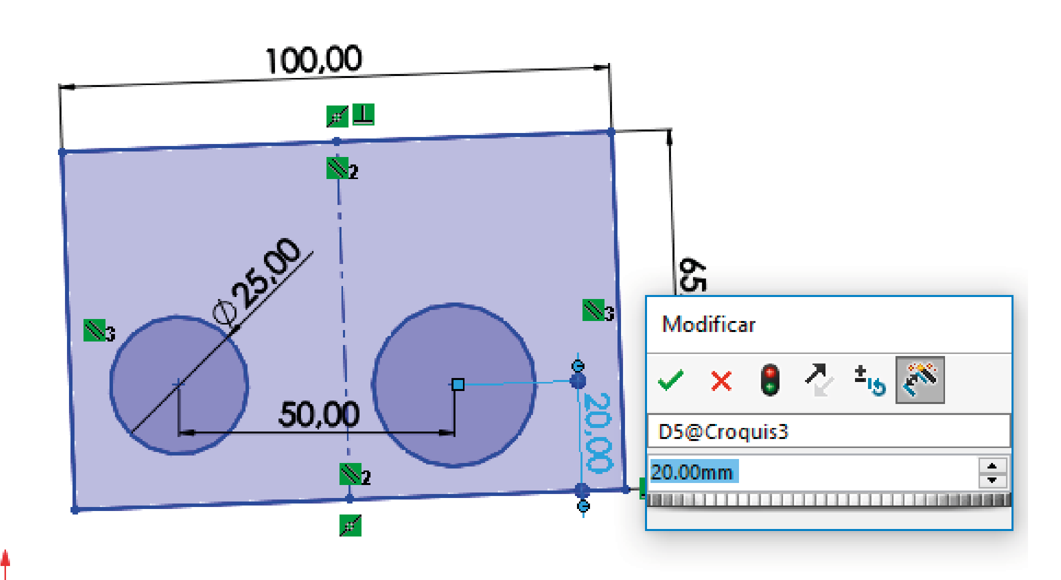
√ Dibuje dos circunferencias, mediante su centro y su radio



√ Acote el tamaño de una de ellas

√ Acote la separación entre ambas

√ Acote la distancia a la base

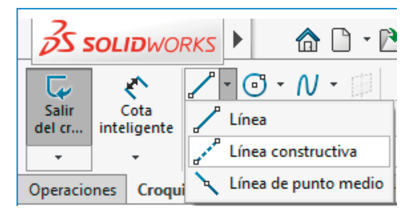


ISBN: 978-84-18432-81-1

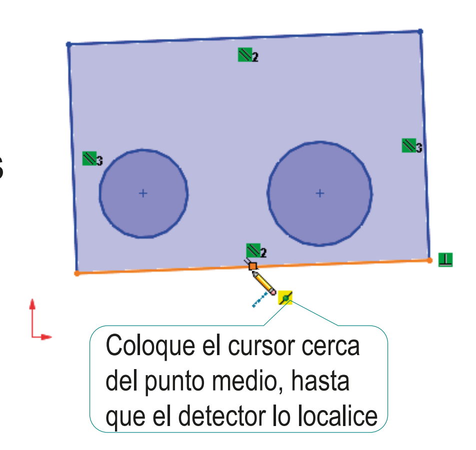
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

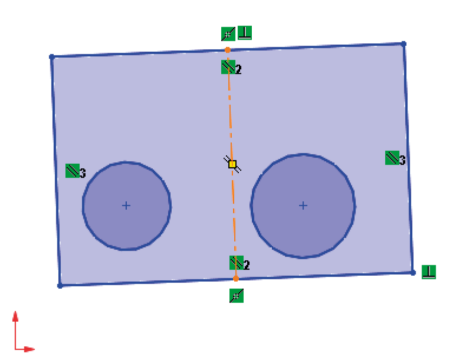
Ejecución

√ Dibuje una línea constructiva



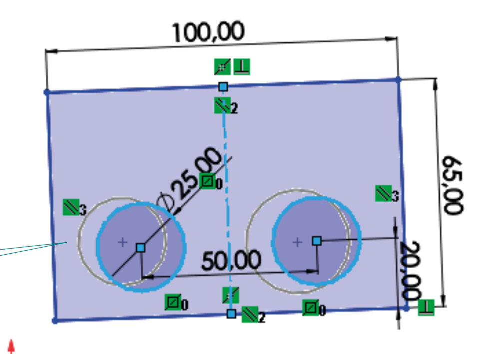
√ Asegúrese de que los extremos se sitúan en los puntos medios de los lados largos del rectángulo





√ Seleccione las dos circunferencias y el eje, para aplicar una relación de simetría

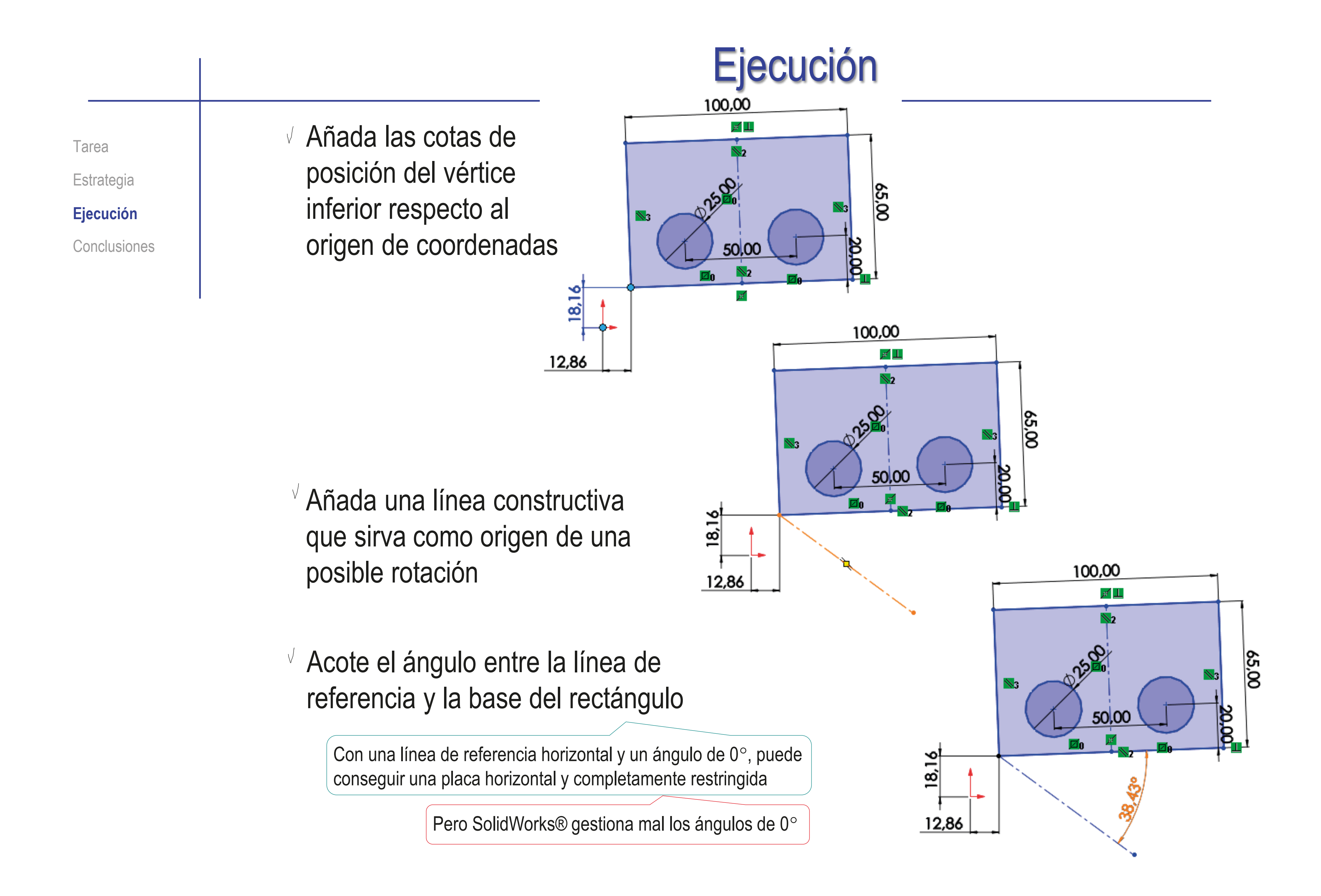




Solo se muestra si la selección incluye una línea constructiva

Si hace simétricos los centros, las circunferencias no serán iguales, pero si hace simétricas las circunferencias adoptarán el mismo tamaño

Ejecución



√ Añada las cotas de posición del vértice inferior respecto al origen de coordenadas

√ Añada una línea constructiva que sirva como origen de una posible rotación

√ Acote el ángulo entre la línea de referencia y la base del rectángulo

Con una línea de referencia horizontal y un ángulo de 0°, puede conseguir una placa horizontal y completamente restringida

Pero SolidWorks® gestiona mal los ángulos de 0°

Ejecución

Tarea

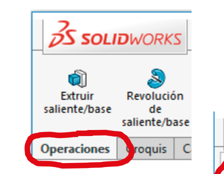
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

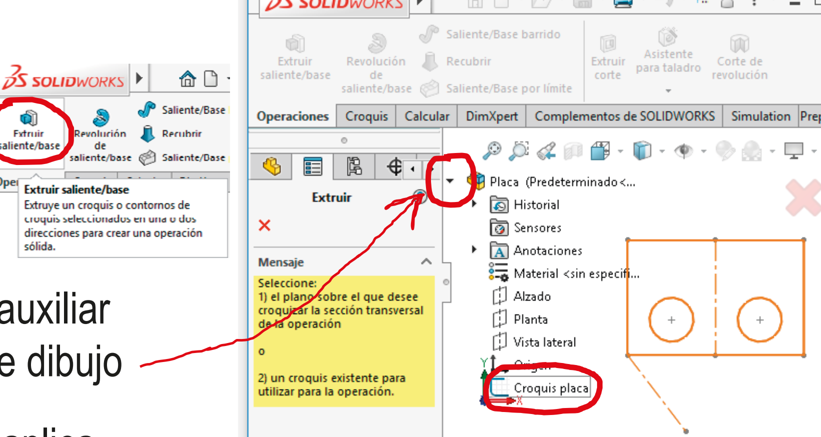
Obtenga la placa por extrusión:

√ Seleccione la pestaña de menú de *Operaciones*



√ Seleccione el comando *Extruir saliente/base*

√ Despliegue el árbol del modelo auxiliar que se muestra en la ventana de dibujo

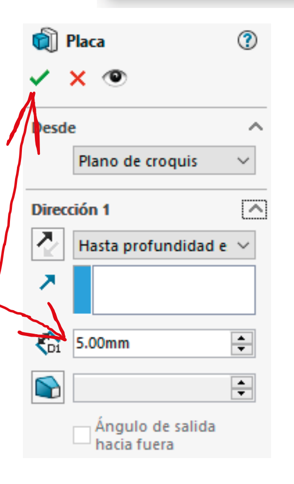


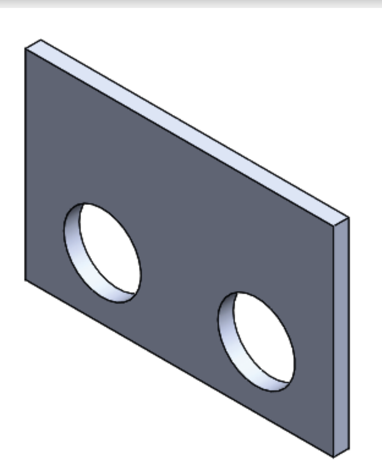
√ Seleccione el croquis al que se aplica la extrusión

Si el croquis estaba ya seleccionado, este paso será automático

√ En la ventana de diálogo, escriba la longitud de extrusión

√ En la ventana de diálogo, seleccione Aceptar, para completar la operación

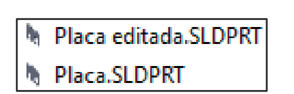


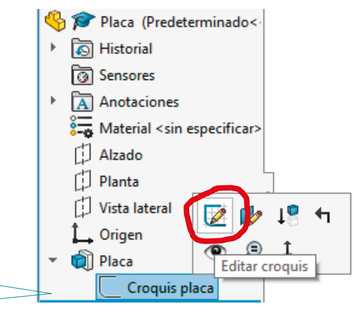


Compruebe que puede cambiar el tamaño de la placa:

√ Haga una copia del fichero

Desde el explorador de ficheros, mientras el fichero está cerrado

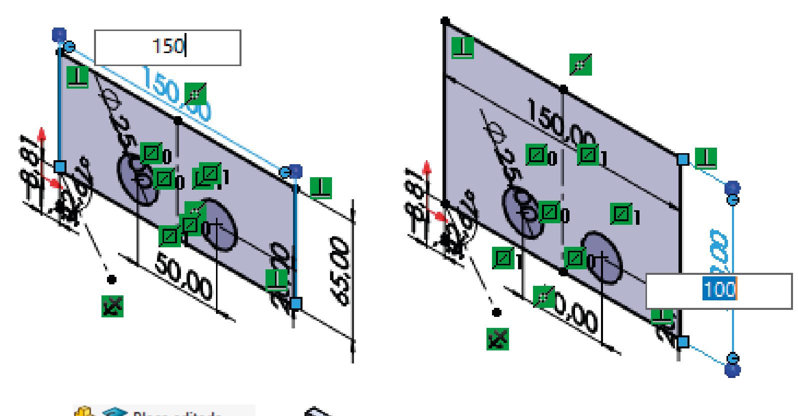




√ Edite el croquis

Hay que desplegar la operación de extrusión, porque el croquis queda "embebido" en ella

√ Cambie el valor de las cotas que definen el tamaño de la placa



√ Salga de croquis



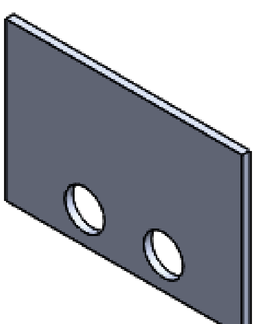
√ Compruebe que el modelo se regenera correctamente

√ No aparecen errores en el árbol del modelo

√ Se mantiene la topología del modelo

√ Se mantiene la simetría del modelo





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Compruebe que puede cambiar la posición y la orientación de la placa:

√ Edite el croquis

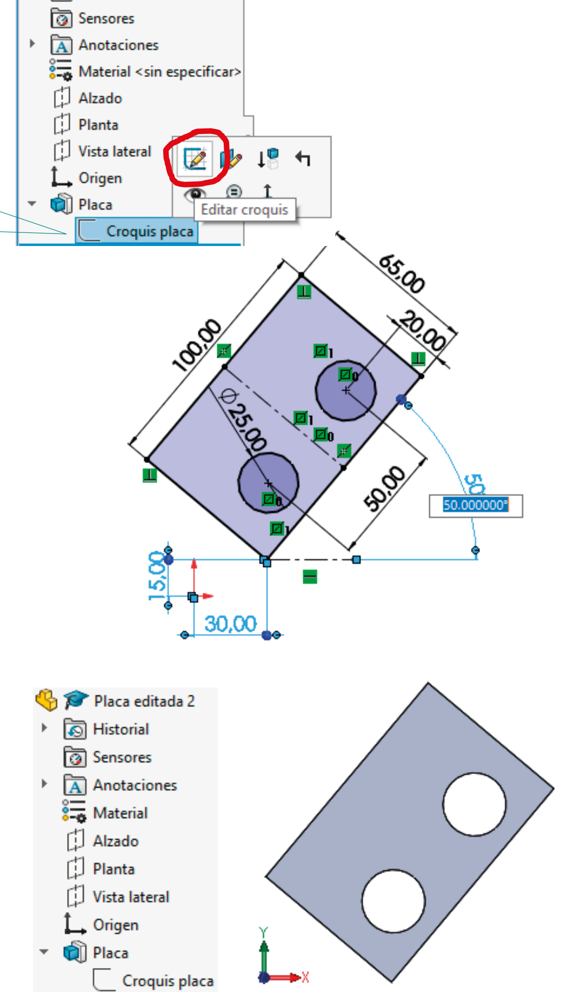
Hay que desplegar la operación de extrusión, porque el croquis queda “embebido” en ella

√ Cambie el valor de las cotas que definen la posición y la orientación de la placa

√ Salga de croquis



√ Compruebe que el modelo se regenera correctamente



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Las funcionalidades de captura automática de restricciones no siempre detectan las restricciones apropiadas

Hay que revisar las restricciones detectadas, para quitar las que sobran y poner las que faltan

2 Los croquis conviene construirlos por partes

Dibuje primero las formas más generales…

…y añada los detalles después

3 Para extruir se necesita un croquis que defina un contorno cerrado

Aunque el interior del contorno puede contener otros perímetros, que se extruirán como huecos

4 Restringir mediante diferentes relaciones el tamaño, la posición y la orientación permite modificar el modelo fácilmente y sin errores

Ejercicio 1.2.5. Placa de conexión

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

En la figura de la derecha se representa el alzado, a mano alzada y acotado, de la placa de conexión mostrada abajo

Las tareas a realizar son:

A Obtenga el perfil plano de la placa de conexión

B Añada las cotas y restricciones geométricas necesarias para definir completamente el perfil

C Determine el ángulo A

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La estrategia consiste en:

1 Dibuje la forma aproximada del perfil

  1 Seleccione el plano de croquis

  2 Dibuje el perfil aproximado

¡Dado que el programa es paramétrico, no tiene sentido dibujar ajustando relaciones y medidas!

¡Es mejor dibujar de forma aproximada y dejar que el programa ajuste el dibujo final mediante restricciones explícitas!

2 Añada las restricciones geométricas que no se generen automáticamente

3 Acote el perfil

Se distinguen las restricciones geométricas de las dimensionales

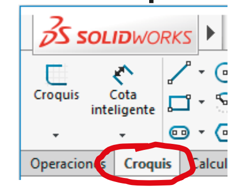
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Seleccione y active el plano de croquis:

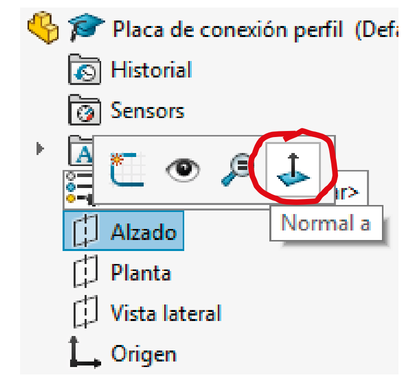
- Seleccione la pestaña *Croquis*

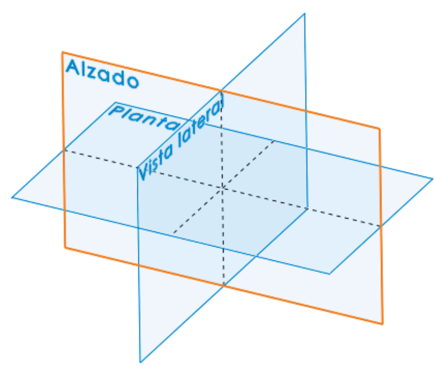


- Escoja el alzado como plano de referencia para croquizar

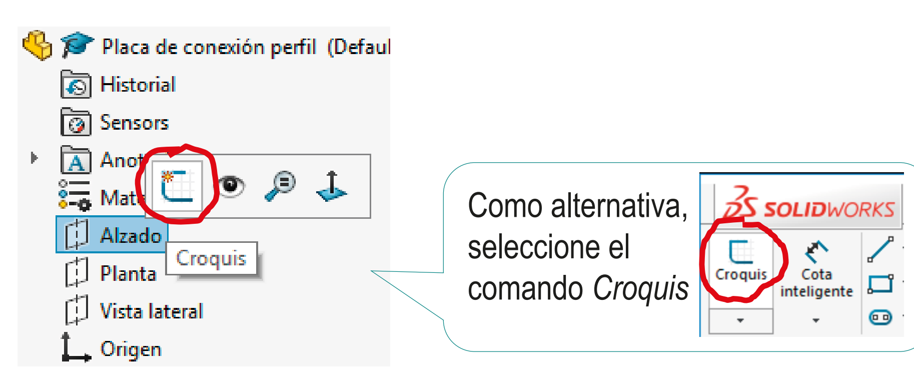
- En el menú contextual escoja *Normal a*

El plano queda situado paralelo a la pantalla





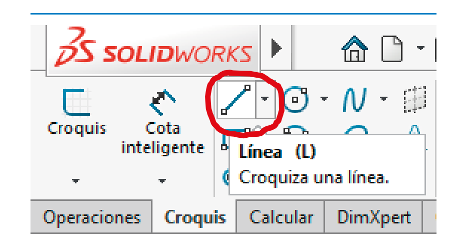
- Escoja *Croquis* para dibujar en el plano seleccionado



¡El plano de alzado es ahora su hoja de papel!

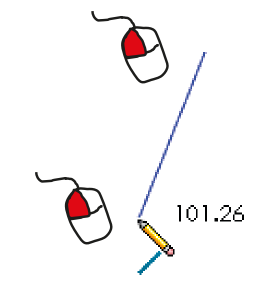
Dibuje el perfil aproximado:

√ Escoja *Línea*

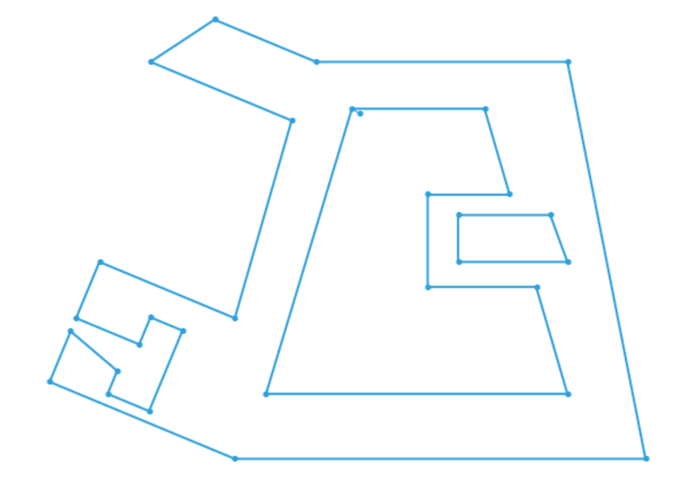


√ Mueva el ratón hasta el punto de inicio y pulse el botón izquierdo

√ Mueva el ratón hasta el punto final y pulse el botón izquierdo



√ Repita el procedimiento hasta dibujar todas las líneas



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

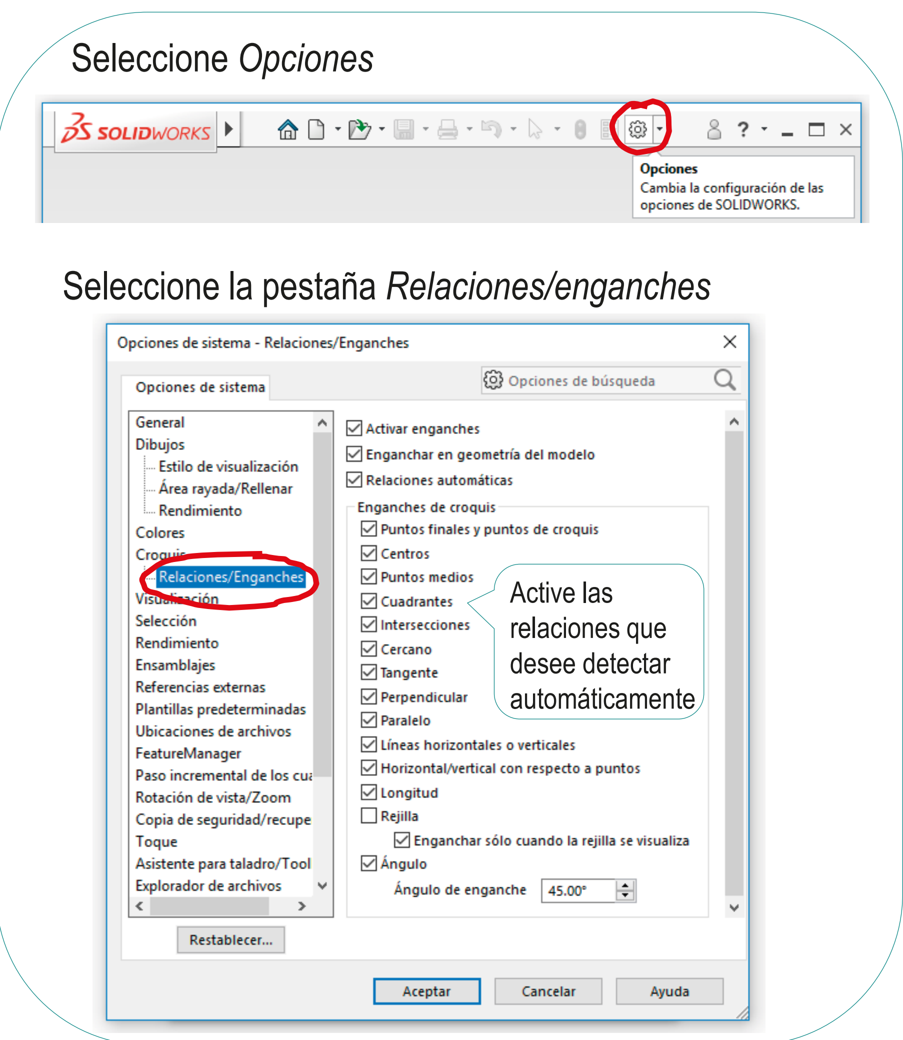
Añada restricciones geométricas:

1 Antes de dibujar compruebe las restricciones automáticas

2 Mientras dibuja, compruebe que se añaden las restricciones deseadas

3 Después de dibujar elimine las restricciones indeseadas que se hayan añadido automáticamente

4 Añada manualmente las restricciones restantes



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Añada restricciones geométricas:

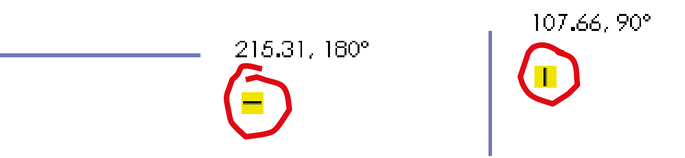
1 Antes de dibujar compruebe las restricciones automáticas

2 Mientras dibuja, compruebe que se añaden las restricciones deseadas

3 Después de dibujar elimine las restricciones indeseadas que se hayan añadido automáticamente

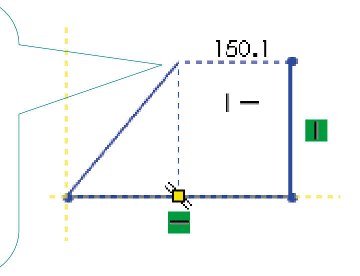
4 Añada manualmente las restricciones restantes

Dibuje líneas casi horizontales/verticales, para que se active la restricción de horizontalidad/verticalidad



Establezca relaciones con elementos previos

El vértice tentativo está alineado en horizontal con el extremo superior de la línea vertical, y en horizontal con el punto medio de la línea inferior



Aplique métodos similares para otras restricciones

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

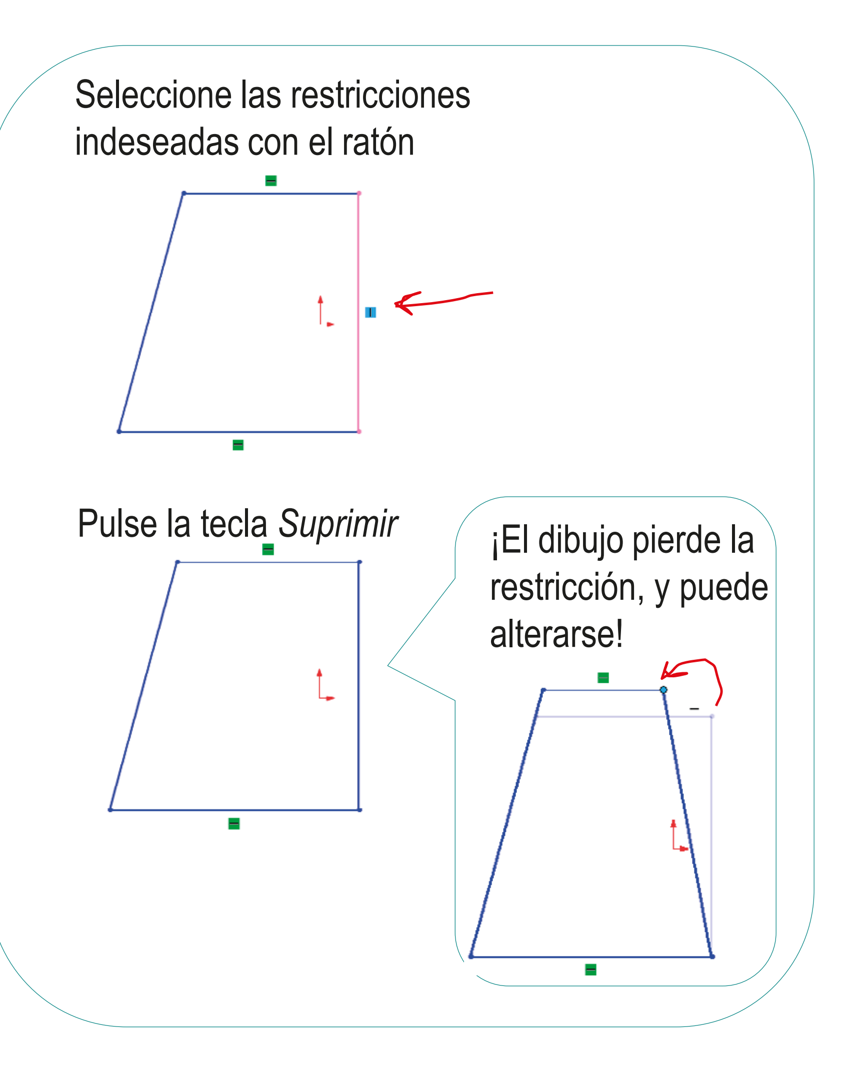
Añada restricciones geométricas:

1 Antes de dibujar compruebe las restricciones automáticas

2 Mientras dibuja, compruebe que se añaden las restricciones deseadas

3 Después de dibujar elimine las restricciones indeseadas que se hayan añadido automáticamente

4 Añada manualmente las restricciones restantes



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Añada restricciones geométricas:

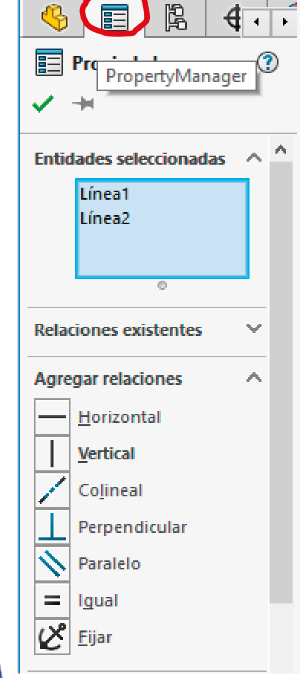
1. Antes de dibujar compruebe las restricciones automáticas

2. Mientras dibuja, compruebe que se añaden las restricciones deseadas

3. Después de dibujar elimine las restricciones indeseadas que se hayan añadido automáticamente

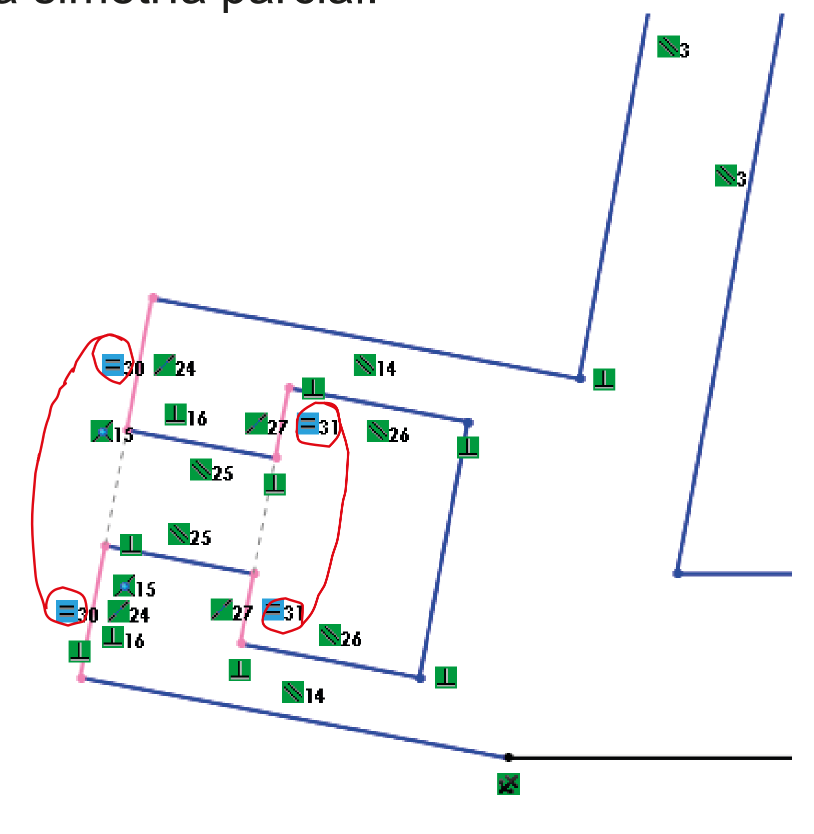
4. Añada manualmente las restricciones restantes

- Seleccione el o los elementos a restringir
  - Mantenga pulsada la tecla *Ctrl* mientras señala con el cursor los elementos a elegir
  - Alternativamente, mantenga pulsada la tecla izquierda del ratón mientras lo mueve, para definir un rectángulo que engloba a todos los elementos a elegir
- En el *Property manager*, que se activa automáticamente, aparecen las restricciones posibles
- Marque las *Relaciones* apropiadas
- Las restricciones se visualizan en el dibujo



Paralelo(Línea4)

Añada restricciones de “igual longitud” para forzar la simetría parcial:

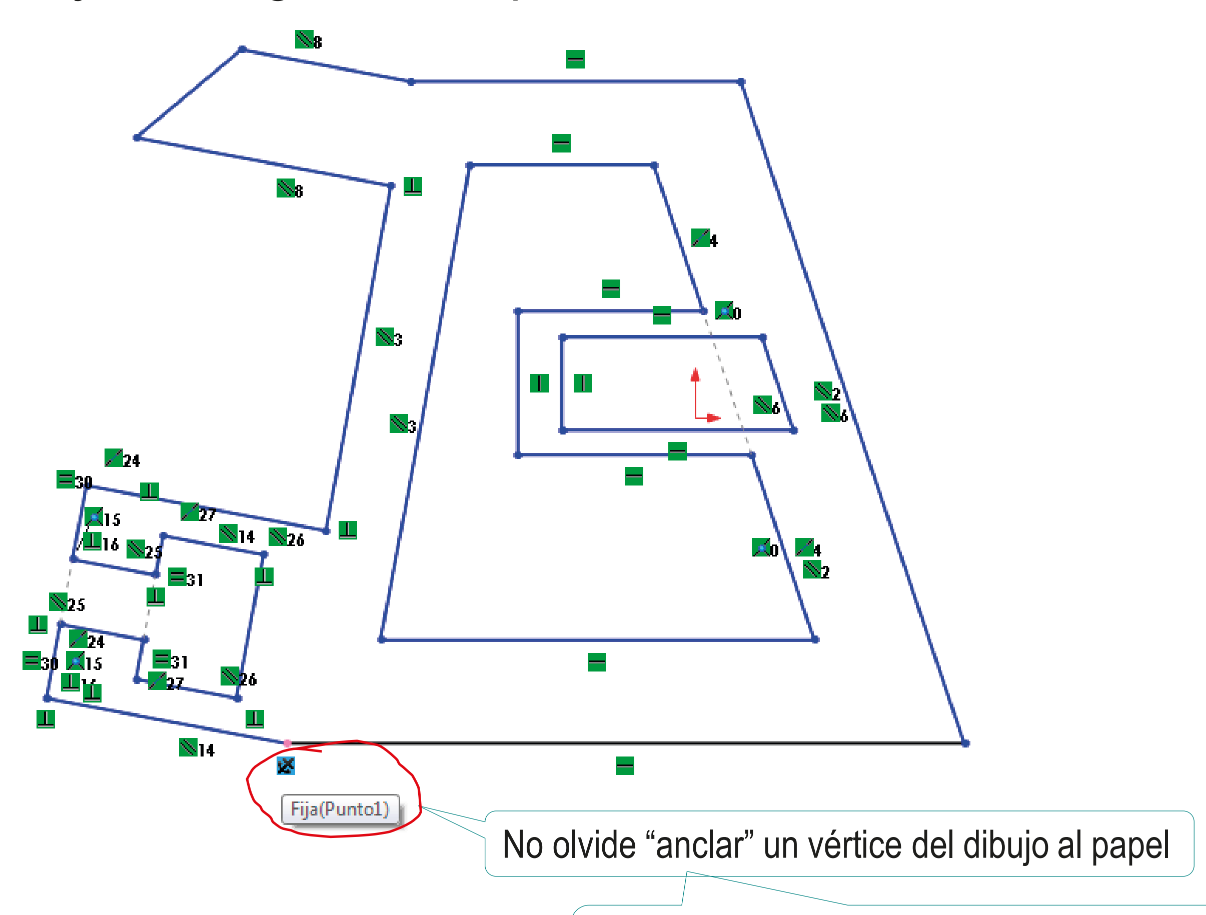


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

El dibujo restringido debe quedar así:



No olvide "anclar" un vértice del dibujo al papel

Alternativamente, haga coincidente el vértice con el origen de coordenadas

Añada las cotas apropiadas:

1 Longitud de aristas

2 Distancia entre puntos

3 Distancia entre líneas paralelas

4 Ángulo entre líneas concurrentes

√ Seleccione *Cota inteligente*

√ Seleccione la arista

√ Mueva el cursor hasta donde desea colorar la cifra de cota

√ Modifique la cifra de cota

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Añada las cotas apropiadas:

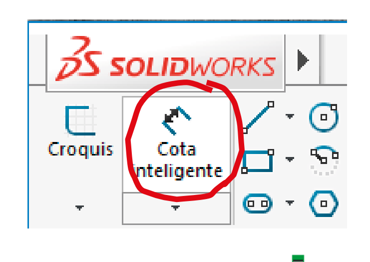
1 Longitud de aristas

2 Distancia entre puntos

3 Distancia entre líneas paralelas

4 Ángulo entre líneas concurrentes

√ Seleccione *Cota inteligente*

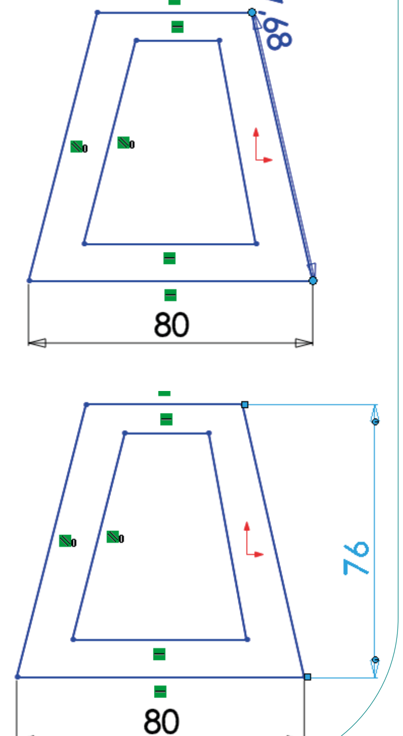


√ Seleccione ambos puntos

Manteniendo pulsada la tecla *Ctrl*

√ Mueva el cursor hasta donde desea colorar la cifra de cota

√ Modifique la cifra de cota



Ejecución

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Añada las cotas apropiadas:

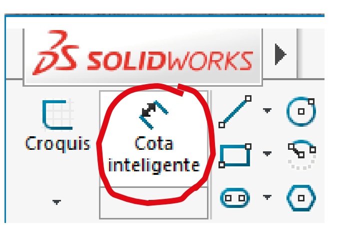
1 Longitud de aristas

2 Distancia entre puntos

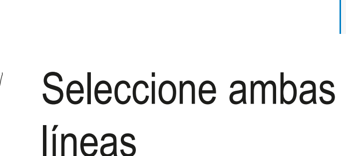
3 Distancia entre líneas paralelas

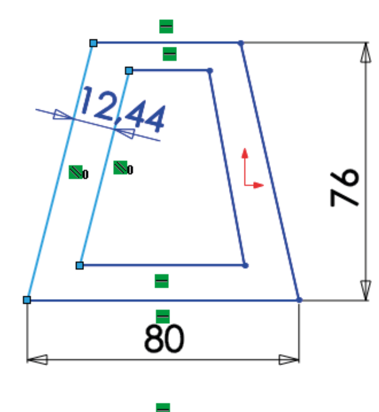
4 Ángulo entre líneas concurrentes

√ Seleccione *Cota inteligente*



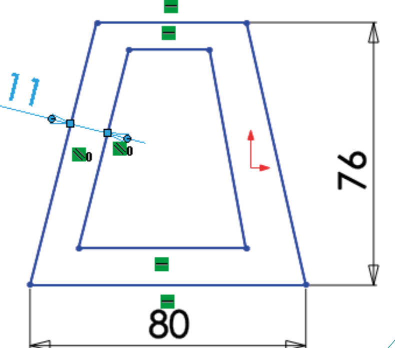
√ Seleccione ambas líneas





√ Mueva el cursor hasta donde desea colorar la cifra de cota

√ Modifique la cifra de cota



Ejecución

Añada las cotas apropiadas:

1 Longitud de aristas

2 Distancia entre puntos

3 Distancia entre líneas paralelas

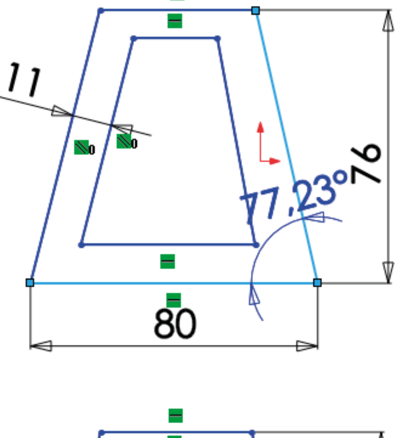
4 Ángulo entre líneas concurrentes

√ Seleccione *Cota inteligente*



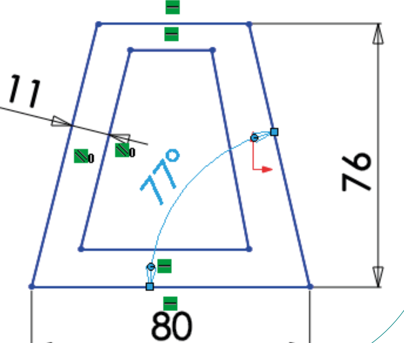
√ Seleccione ambas líneas

Manteniendo pulsada la tecla *Ctrl*



√ Mueva el cursor hasta donde desea colorar la cifra de cota

√ Modifique la cifra de cota

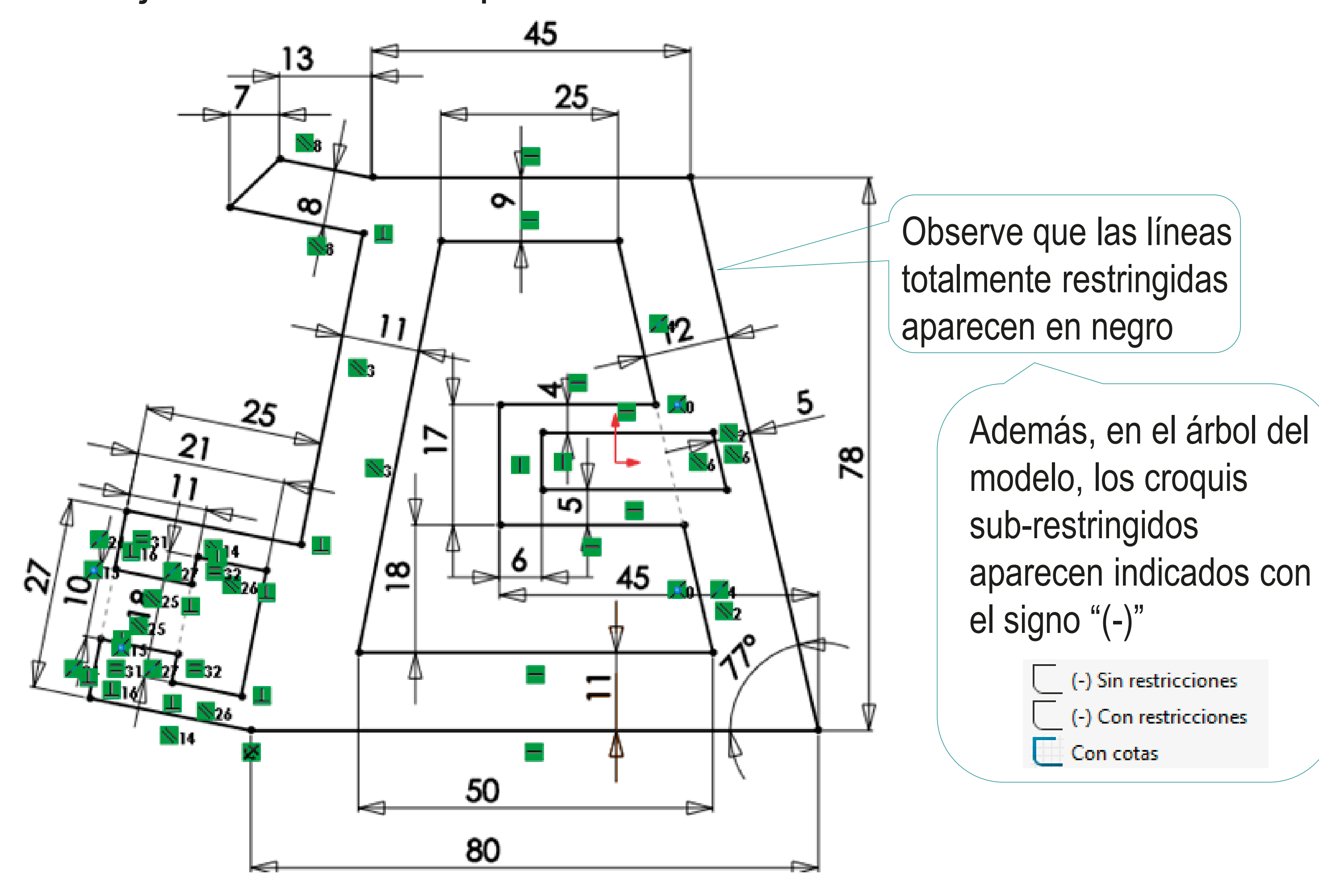


ISBN: 978-84-18432-81-1

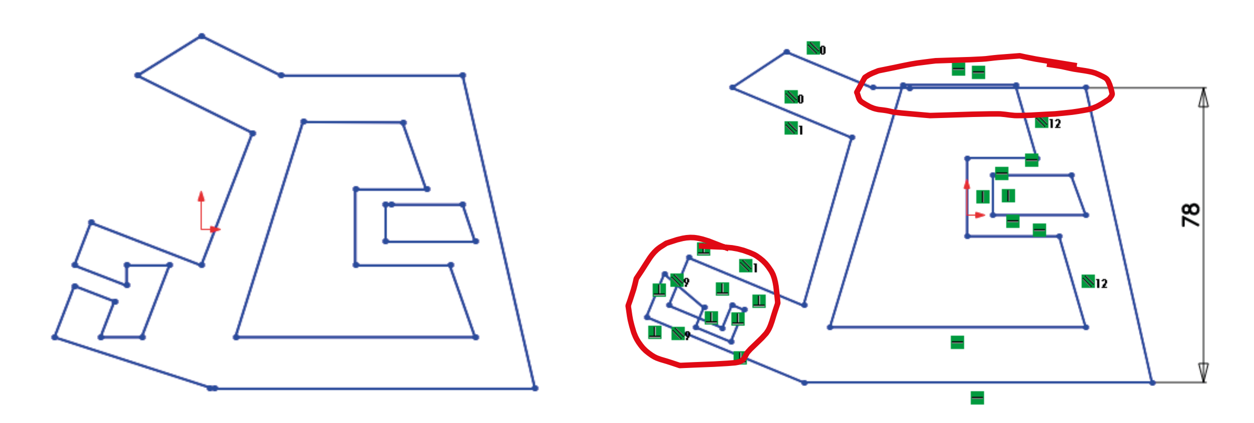
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

El dibujo acotado debe quedar así:



Las restricciones geométricas y las cotas pueden producir modificaciones indeseadas





Para evitarlo, conviene aplicar dos estrategias:

1. Dibujar el perfil aproximado desde el principio con medidas similares a las finales

2. Dibujar el perfil por partes, para simplificar el proceso de dibujo

ISBN: 978-84-18432-81-1

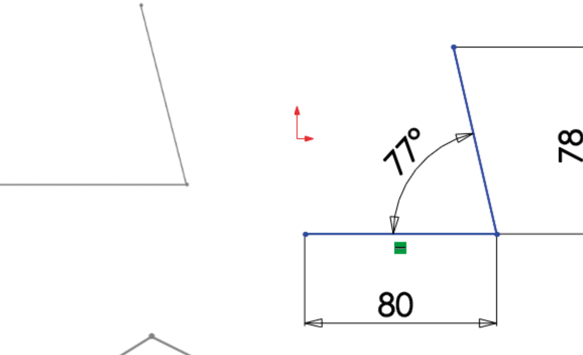
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

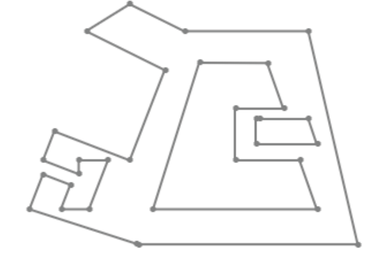
La estrategia de dibujar el perfil aproximado desde el principio con medidas similares a las finales consiste en:

√ Dibuje dos líneas principales

√ Acote las dos líneas



√ Dibuje el resto del perfil manteniendo las proporciones con las dos líneas iniciales

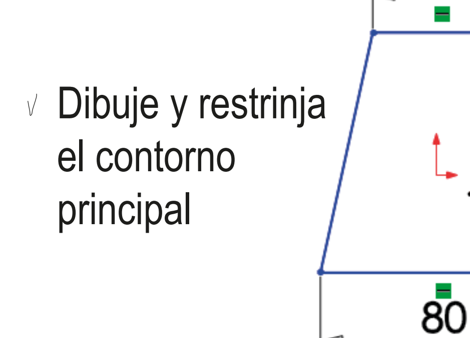


Esta estrategia no es necesaria en las versiones más recientes de SolidWorks®, porque al poner la primera cota de un croquis, todo el dibujo se reescala proporcionalmente al cambio necesario para ajustar dicha cota

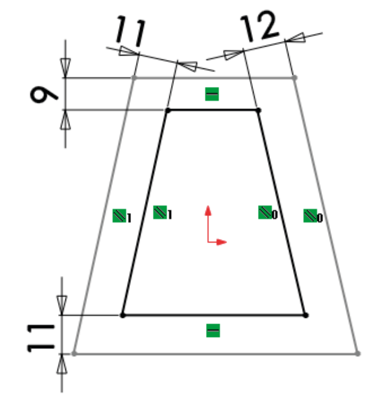
No obstante, es difícil dibujar proporcionado si no se tiene ninguna referencia de tamaño final

La estrategia de dibujar el perfil por partes para simplificar el proceso de dibujo consiste en:

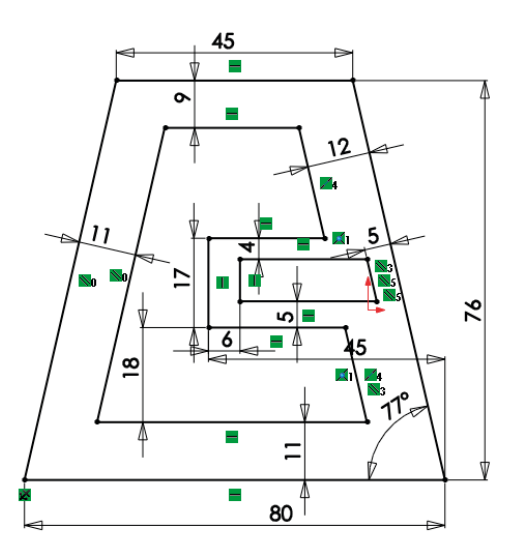
- √ Dibuje y restrinja el contorno principal



- √ Añada el agujero



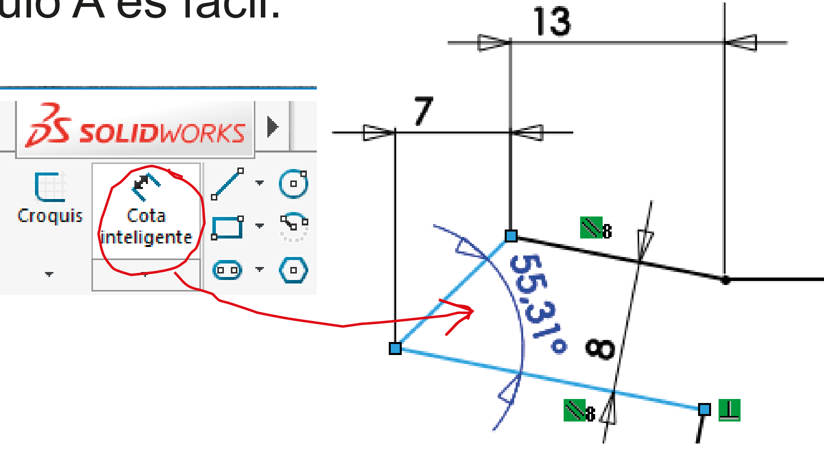
- √ Añada la ranura



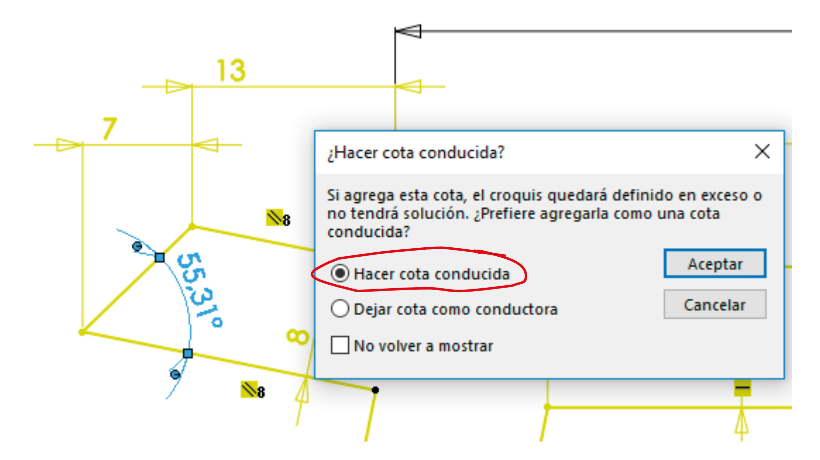
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Acotar el ángulo A es fácil:



Pero, como el perfil ya está totalmente restringido, tendremos que aceptar la cota como auxiliar:



Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Hay que dibujar sin restricciones y añadir las restricciones después

Añadir automáticamente algunas restricciones sobre la marcha también es conveniente

2 La secuencia de restricciones es importante para conseguir un perfil completamente restringido

- √ Añada primero las restricciones más locales (que afecten menos a partes lejanas)
- √ Añada primero las restricciones geométricas, y luego las dimensionales

3 Conviene descomponer el perfil en partes sencillas

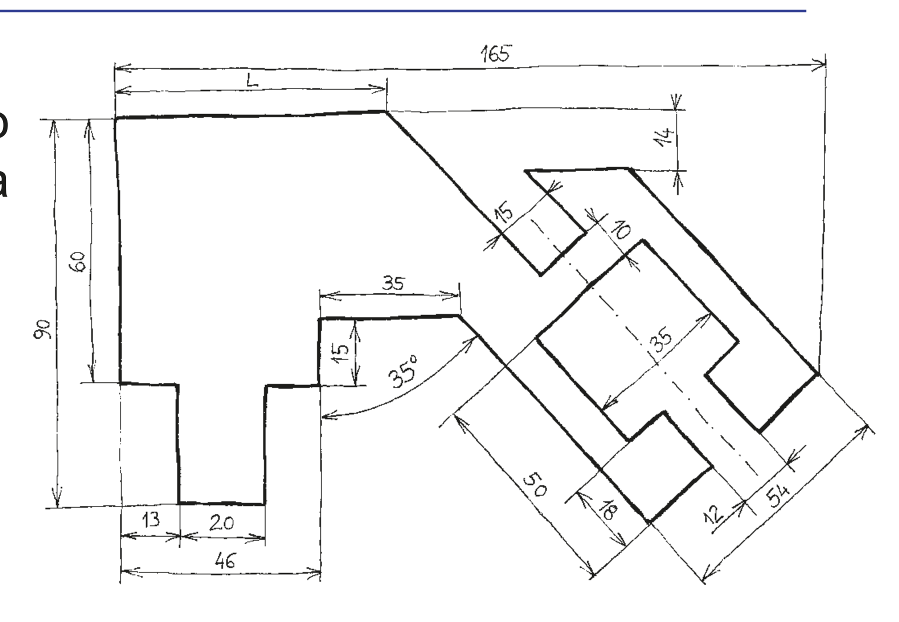
- √ Ayuda a mantener las proporciones
- √ Permite detectar errores tempranos

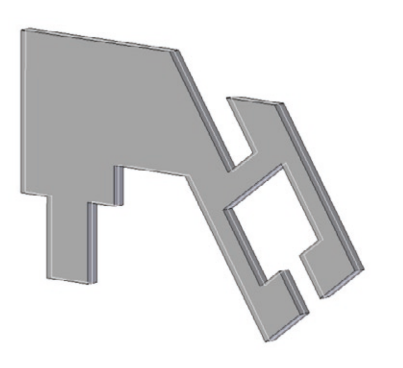
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejercicio 1.2.6. Placa de refuerzo

Tarea

En la figura de la derecha se representa el alzado, a mano alzada y acotado, de la placa de refuerzo mostrada abajo





La tarea es:

A Obtenga el perfil plano de la placa de refuerzo

B Añada las cotas y restricciones geométricas necesarias para definir completamente el perfil

C Determine la longitud L

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

La estrategia consiste en:

1 Dibuje la forma aproximada del perfil

1 Seleccione el plano de croquis

2 Dibuje el perfil aproximado

2 Añada las restricciones geométricas que no se generen automáticamente

3 Acote el perfil

¡Dado que el programa es paramétrico, no tiene sentido dibujar ajustando relaciones y medidas!

¡Es mejor dibujar de forma aproximada y dejar que el programa ajuste el dibujo final mediante restricciones explícitas!

Se distinguen las restricciones geométricas de las dimensionales

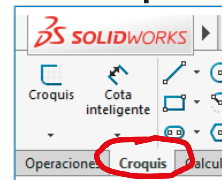
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

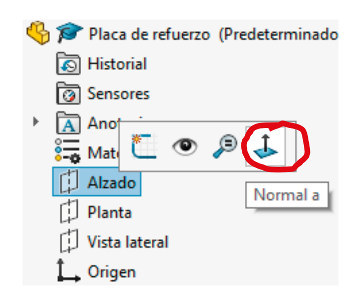
Ejecución

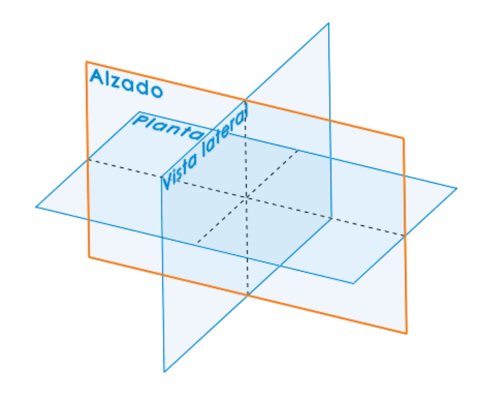
Seleccione y active el plano de croquis:

√ Seleccione la pestaña *Croquis*



√ Escoja el alzado como plano de referencia para croquizar

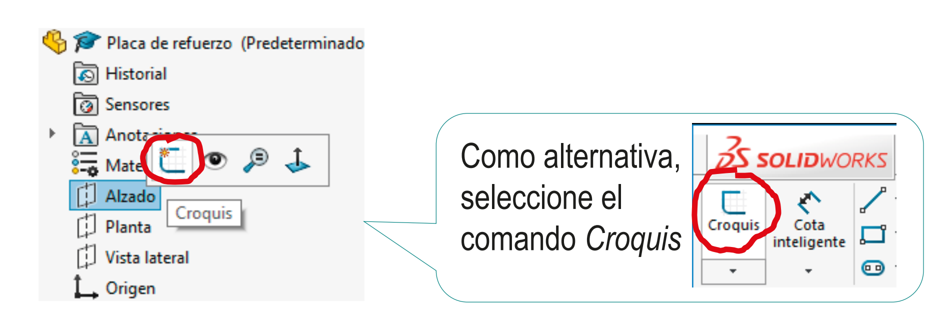




√ En el menú contextual escoja *Normal a*

El plano queda situado paralelo a la pantalla

√ Escoja *Croquis* para dibujar en el plano seleccionado



¡El plano de alzado es ahora su hoja de papel!

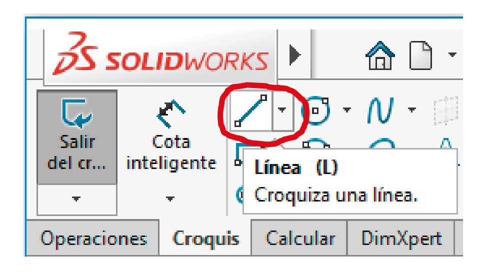
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Dibuje el perfil aproximado:

√ Escoja *Línea*

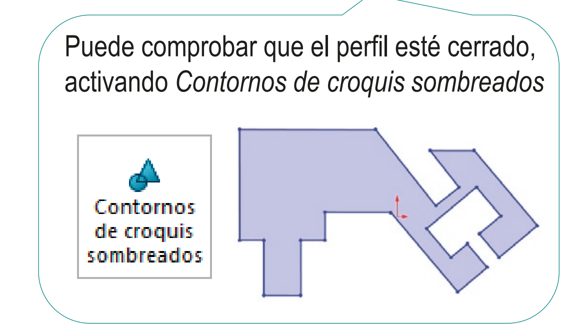


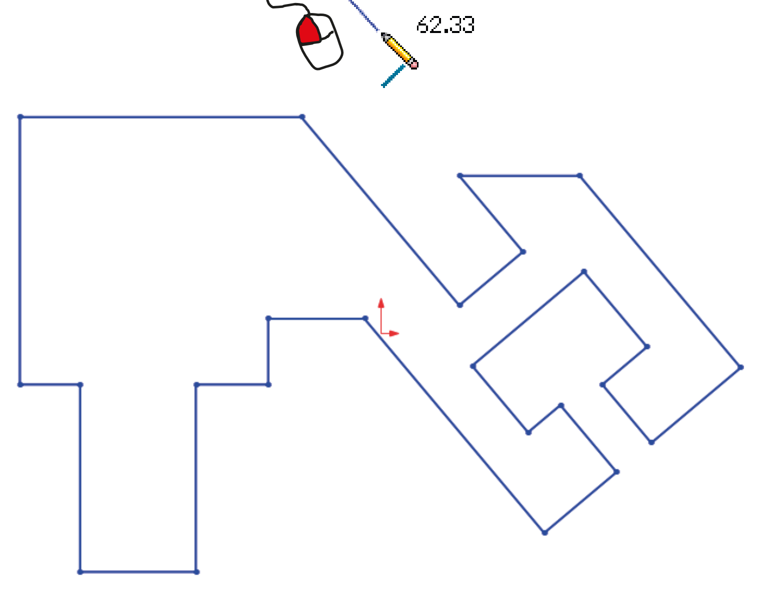
√ Mueva el ratón hasta el punto de inicio y pulse el botón izquierdo

√ Mueva el ratón hasta el punto final y pulse el botón izquierdo

√ Repita el procedimiento hasta dibujar todas las líneas

Puede comprobar que el perfil esté cerrado, activando *Contornos de croquis sombreados*



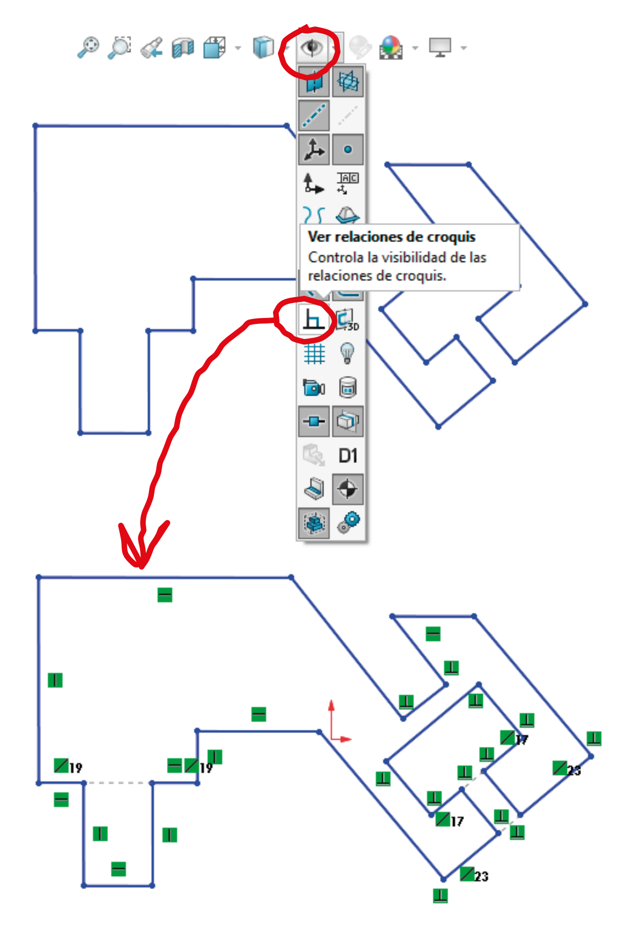


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

El programa habrá detectado automáticamente las restricciones geométricas que estén activas

- √ Visualice las restricciones



ISBN: 978-84-18432-81-1

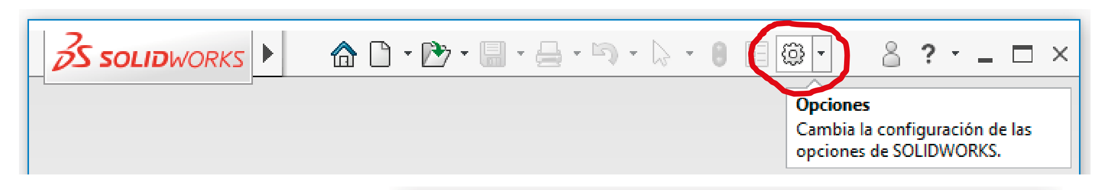
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

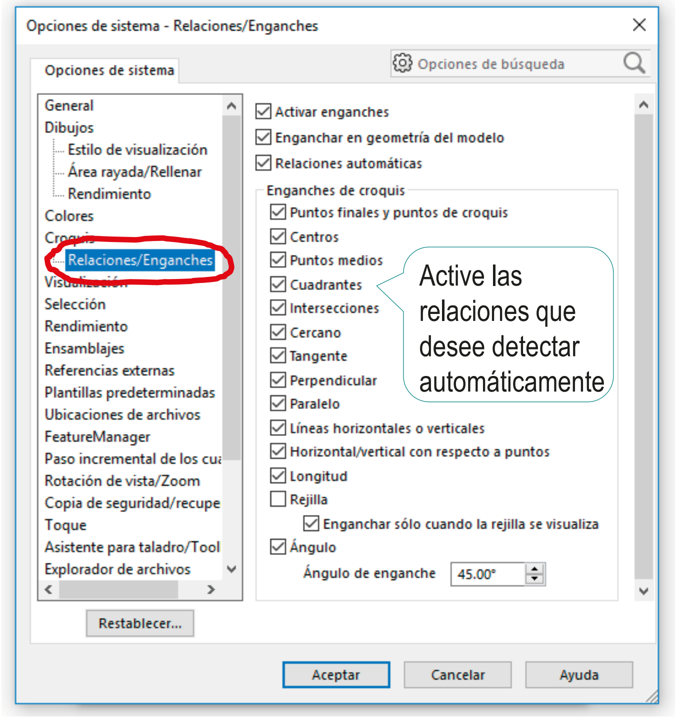


Puede controlar las restricciones que se detectan automáticamente mediante el menú de opciones

√ Seleccione *Opciones*

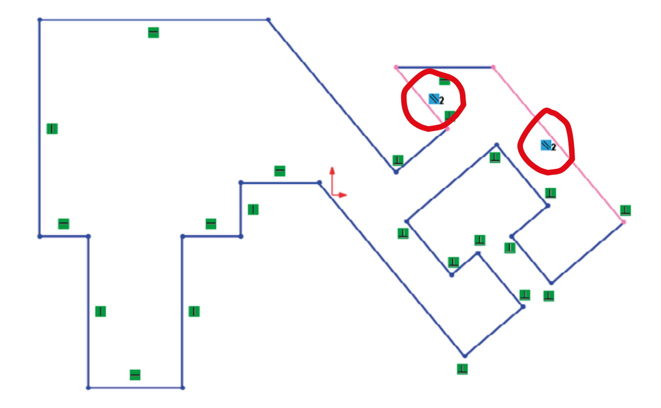


√ Seleccione la pestaña *Relaciones/enganches*

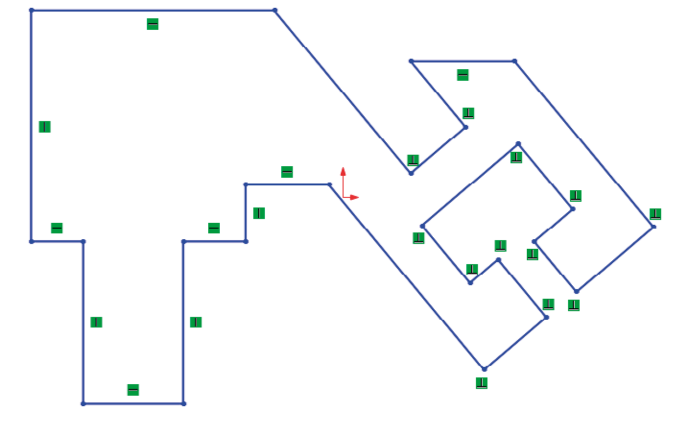


Elimine las restricciones geométricas detectadas automáticamente que sean inapropiadas

√ Seleccione las restricciones indeseadas con el ratón

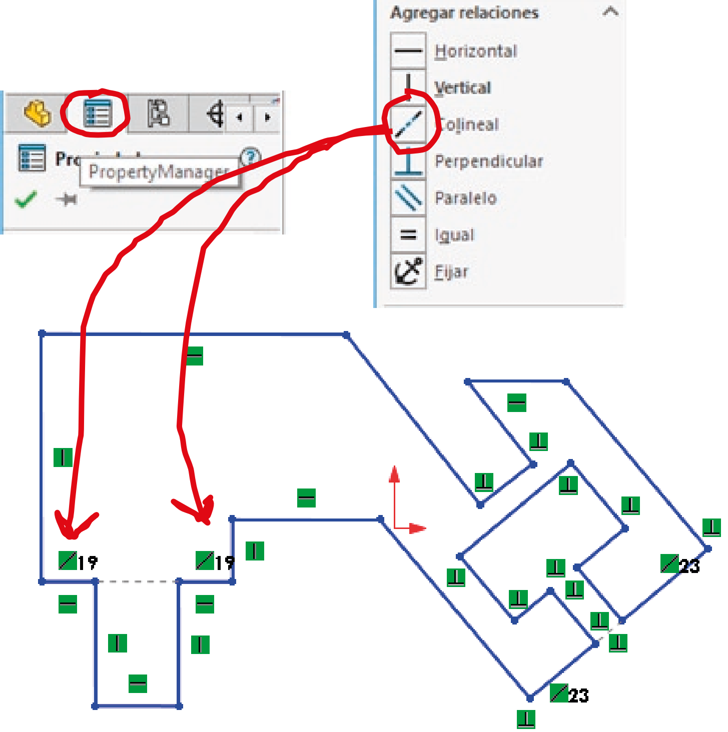


√ Pulse la tecla *Suprimir*



Añada restricciones geométricas:

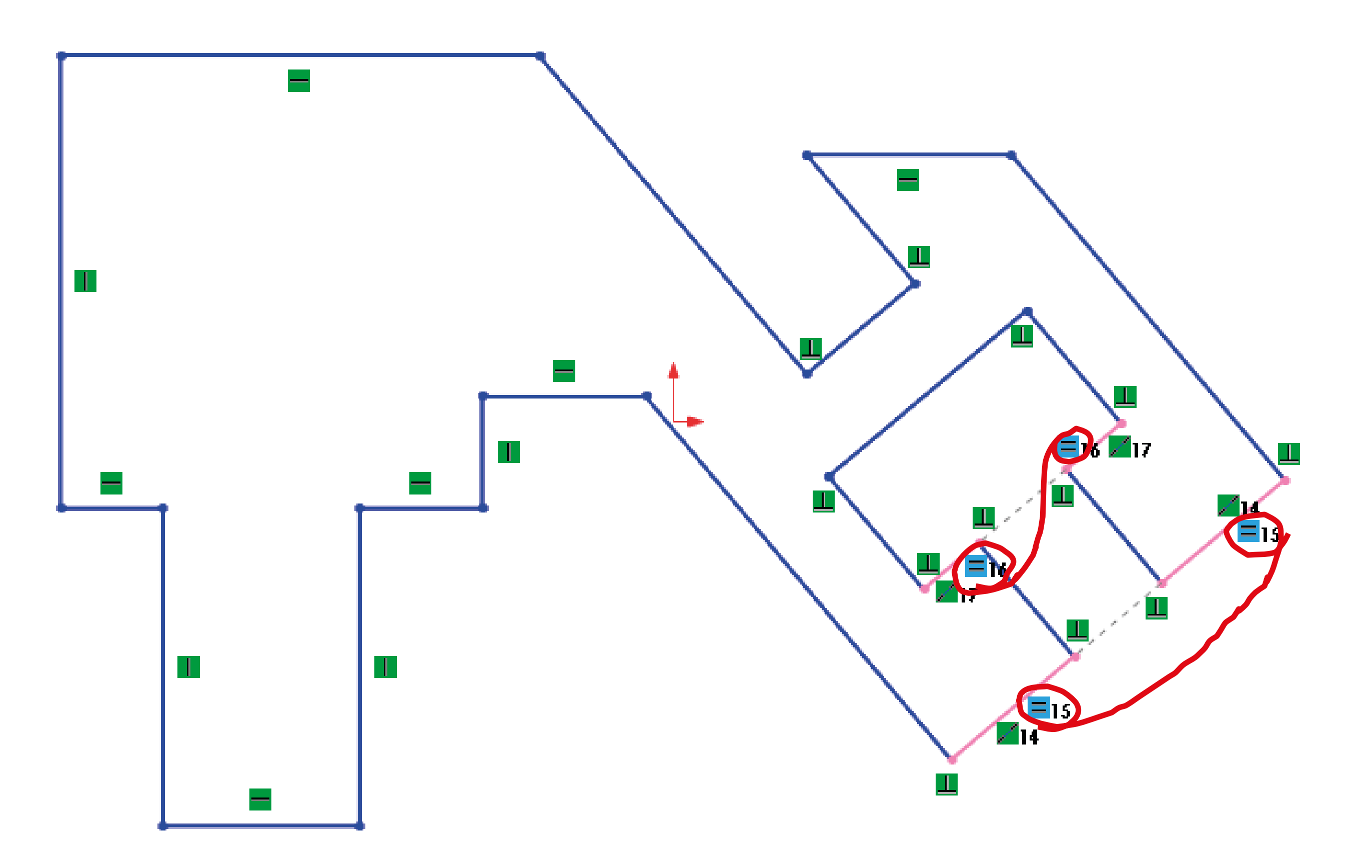
- Seleccione el o los elementos a restringir
  - Mantenga pulsada la tecla *Ctrl* mientras señala con el cursor los elementos a elegir
  - Alternativamente, mantenga pulsada la tecla izquierda del ratón mientras lo mueve, para definir un rectángulo que engloba a todos los elementos a elegir
- En el *Property manager*, que se activa automáticamente, aparecen las restricciones posibles
- Marque las restricciones apropiadas
- Las restricciones se visualizan en el dibujo



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Añada restricciones de “igual longitud” para forzar la simetría parcial:



Añada las cotas apropiadas:

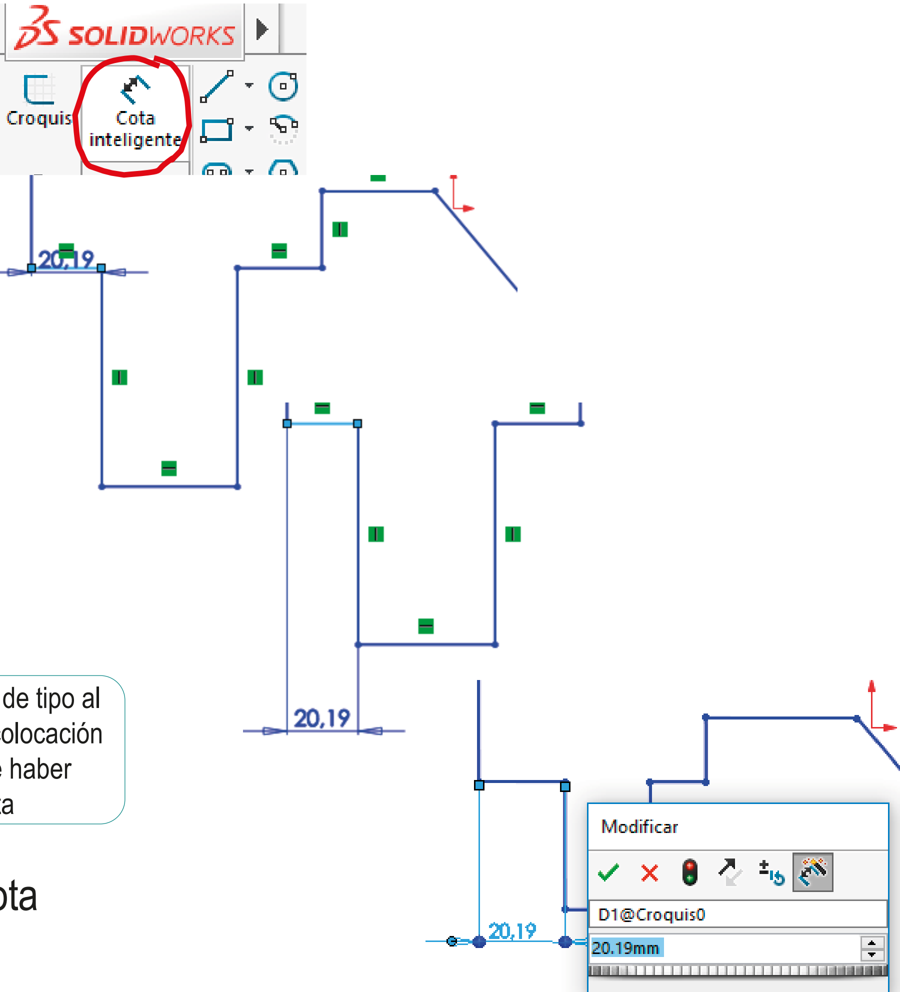
√ Seleccione *Cota inteligente*

√ Seleccione el o los elementos a acotar

√ Mueva el cursor hasta donde desea colocar la cifra de cota

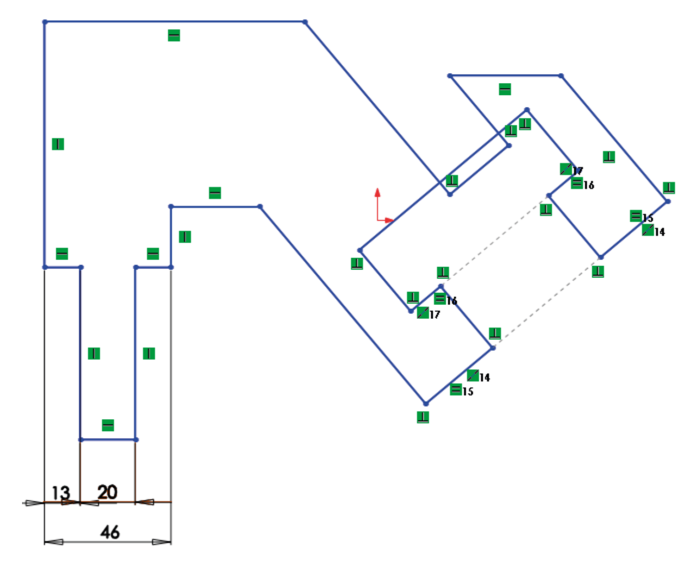
Si la cota cambia de tipo al moverla, deje la colocación hasta después de haber completado la cota

√ Modifique la cifra de cota





Puede que el perfil se "retuerza" durante el proceso de acotación



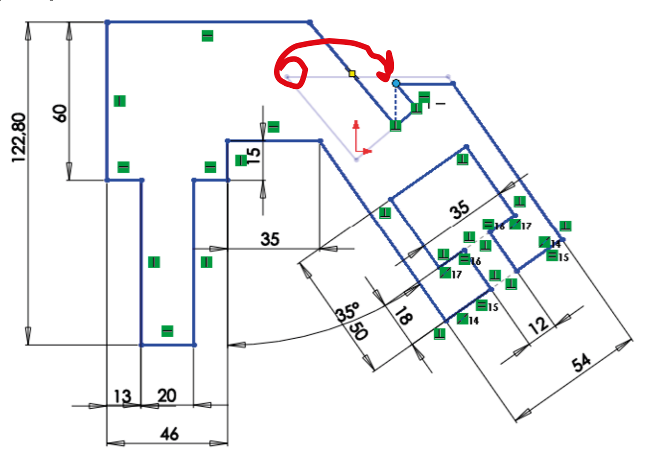
Para evitarlo o solucionarlo:

√ Intente que el perfil inicial tenga proporciones cercanas a las deseadas

√ Edite las partes deformadas "arrastrando" los vértices

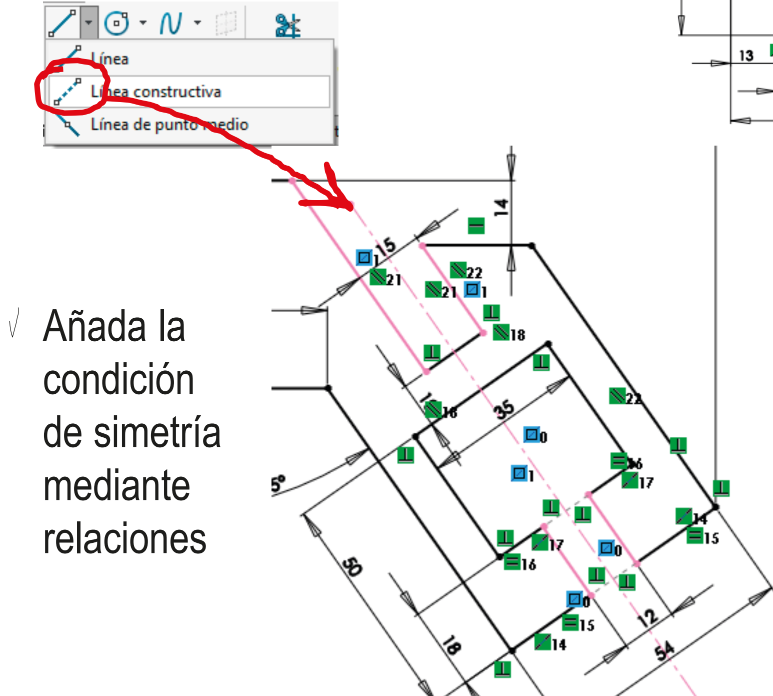
Seleccione el vértice con el botón izquierdo del ratón, y mantenga pulsado el botón mientras mueve el ratón

√ Borre y redibuje las partes que sigan deformadas



Para completar las restricciones, hay que añadir una simetría parcial

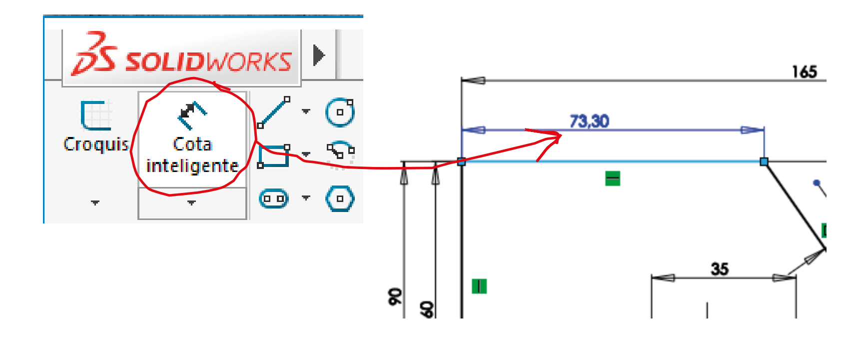
- Dibuje el eje como línea constructiva



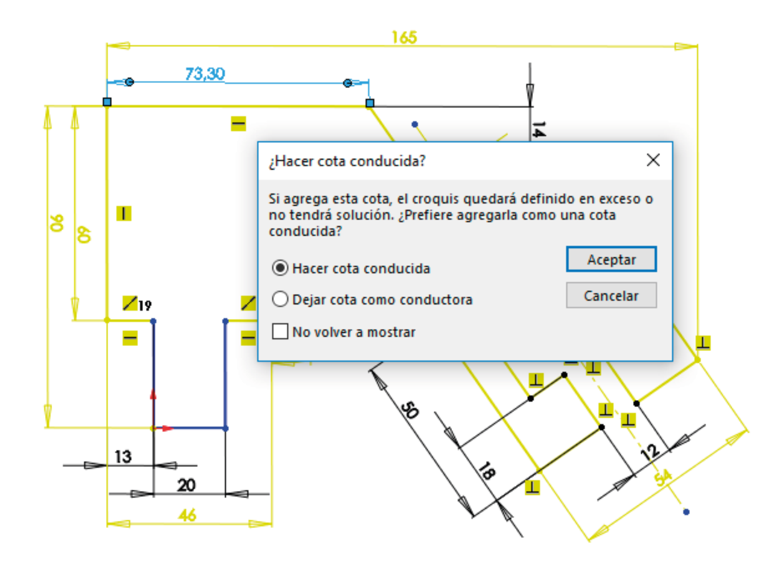
- Añada la condición de simetría mediante relaciones

Tampoco olvide “anclar” un vértice del dibujo al sistema de referencia

Acotar la longitud L es fácil:



Pero, como el perfil ya está totalmente restringido, tendremos que aceptar la cota como auxiliar (conducida):



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Hay que dibujar sin restricciones y añadir las restricciones después

Añadir automáticamente algunas restricciones sobre la marcha también es conveniente

2 La secuencia de restricciones es importante para conseguir un perfil completamente restringido

- √ Añada primero las restricciones más locales (que afecten menos a partes lejanas)
- √ Añada primero las restricciones geométricas, y luego las dimensionales

3 Conviene descomponer el perfil en partes sencillas

- √ Ayuda a mantener las proporciones
- √ Permite detectar errores tempranos

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejercicio 1.2.7. Junta de estanqueidad

Tarea

En la figura se representa el contorno de una junta de estanqueidad

√ La información dimensional es la indicada en las cotas (en mm), salvo el espesor constante de 5 mm

√ Las condiciones geométricas implícitas entre los elementos que definen el contorno exterior de la junta son:

- L_1 es tangente a C_1 y C_2
- C_3 es tangente a C_1 y C_2
- L_2 es tangente a C_3 y C_4 y paralela a L_1
- La línea auxiliar que une los centros de C_4 y C_2 es perpendicular a L_1 y L_2
- L_3 es tangente a C_4 y C_5 y perpendicular a L_1 y L_2
- La recta OP es paralela a L_1 y L_2
- La recta r pasa por O y forma 30° con OP
- C_5 pasa por P, es tangente a L_3 y tiene su centro Q en la recta r
- R_5 es una incógnita a determinar
- C_6 es tangente a C_1 en un punto indeterminado, y a C_5 en el punto P
- R_6 es una incógnita a determinar

La tarea es:

A Obtenga el perfil plano de la junta de estanqueidad

B Determine los radios R_5 y R_6

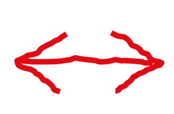
Estrategia

- Tarea
- **Estrategia**
- Ejecución
- Conclusiones

La estrategia clásica es diferente de la paramétrica:

Puede seguir el método de construcción clásico, dibujando primero las construcciones auxiliares

- √ Los centros de algunos arcos tienen posiciones conocidas
- √ Otros centros se pueden deducir de condiciones simples de tangencia
- √ Dibuje luego los arcos principales
- √ Calcule los arcos que dependen de condiciones de tangencia complejas
- √ Complete el trazado



Es más eficiente dibujar la forma geométrica aproximada…

…y añadirle las restricciones necesarias

Pero es bueno descomponer el dibujo completo en partes independientes o consecutivas

Además, es conveniente resolver primero el contorno exterior

- √ Porque no se tienen datos directos del contorno interior
- √ Porque existe una herramienta que permite construirlo fácilmente

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Tarea

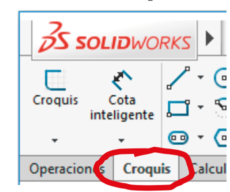
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Seleccione y active el plano de croquis:

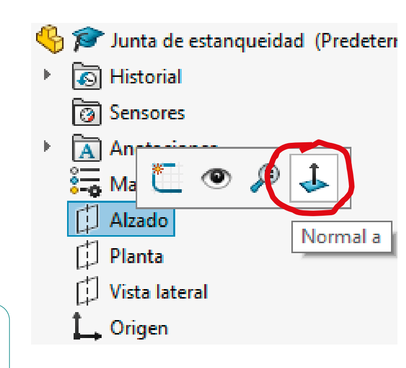
√ Seleccione la pestaña *Croquis*

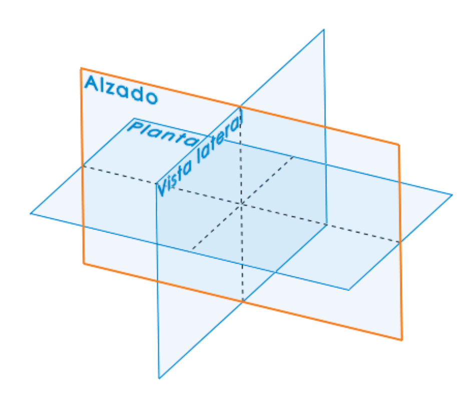


√ Escoja el alzado como plano de referencia para croquizar

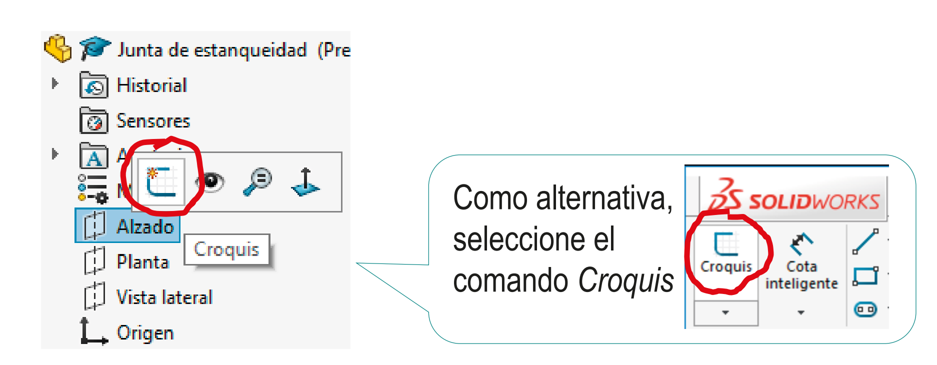
√ En el menú contextual escoja *Normal a*

El plano queda situado paralelo a la pantalla





√ Escoja *Croquis* para dibujar en el plano seleccionado



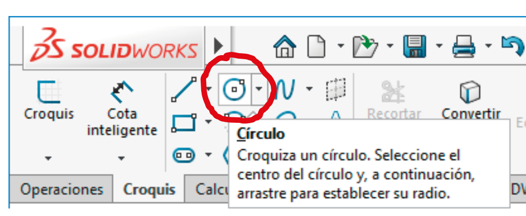
¡El plano de alzado es ahora su hoja de papel!

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

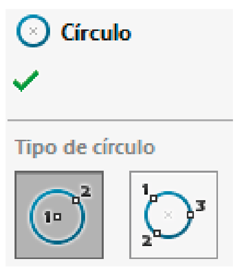
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Dibuje el perfil aproximado:

√ Escoja *Círculo* para dibujar el círculo C_2

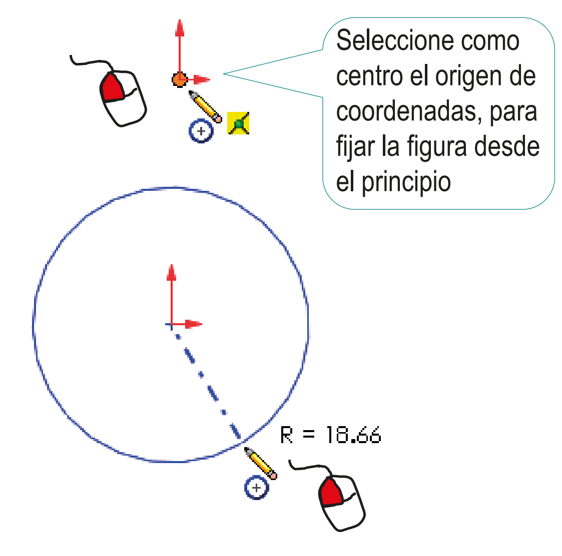


√ Seleccione el modo *Centro y radio*



√ Mueva el ratón hasta la posición aproximada del centro y pulse el botón izquierdo

√ Mueva el ratón una longitud aproximadamente igual al radio y pulse el botón izquierdo



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

√ Repita el procedimiento para el círculo C_1

√ Escoja *Línea*

√ Dibuje una línea aproximadamente tangente a C_1 y C_2

El trazado con regla y compás se simplifica si tiene en cuenta que los puntos de tangencia deben coincidir con puntos cuadrantes de las circunferencias

Pero en el trazado paramétrico, la detección automática de restricciones, puede generar restricciones redundantes

√ Añada las condiciones de tangencia, si no se han detectado automáticamente

Agregar relaciones
Tangente
Fijar
Longitud de la curva igual

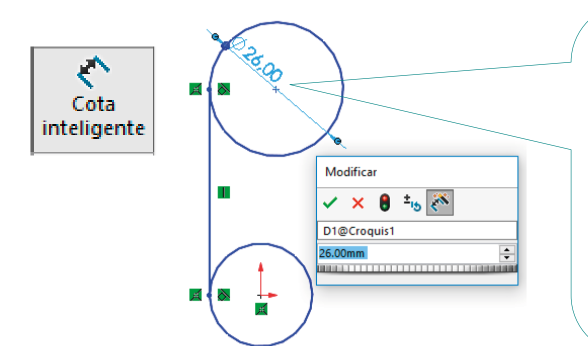
Tangente(Arco2, Línea1)

√ Añada la condición de línea vertical

Vertical(Línea1)

Ahora puede fijar el tamaño de la parte izquierda del croquis ya dibujada:

√ Añada una cota inteligente para el radio del círculo C_1



Después de añadirla, puede editarla para cambiarla por una cota de radio:

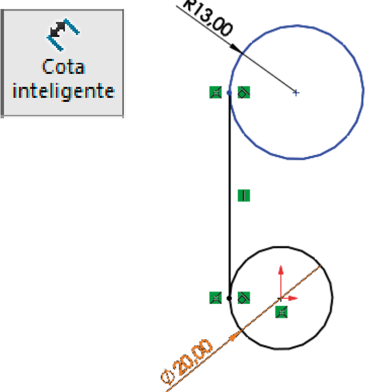
√ Seleccione la cota

√ Pulse botón derecho del ratón, para obtener el menú contextual

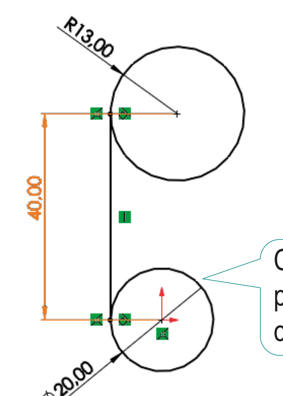
√ Seleccione:

Visualizar como cota de radio

√ Añada una cota inteligente para el radio del círculo C_1



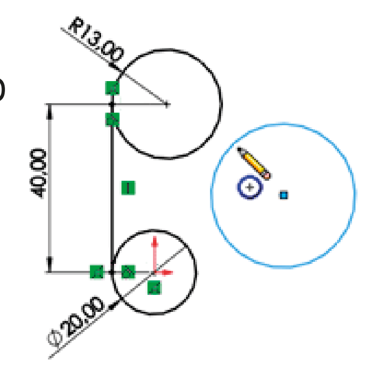
√ Añada una cota inteligente para la distancia vertical entre centros



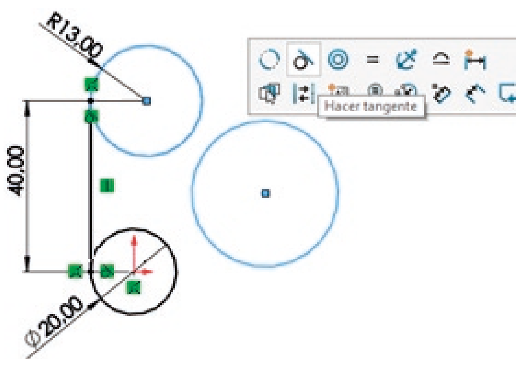
Compruebe que el croquis parcial queda completamente definido

Añada la circunferencia C_3

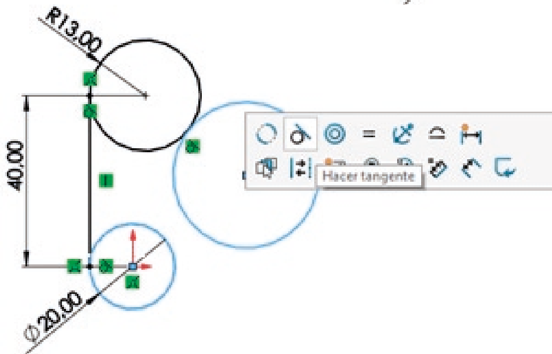
√ Dibuje un nuevo círculo



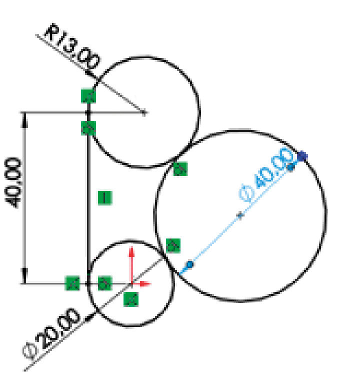
√ Añada La condición de tangencia con C_1



√ Añada la condición de tangencia con C_2



√ Añada la cota de diámetro



Ejecución

Añada la recta L_2

- √ Dibuje una nueva recta
- √ Añada la condición de tangencia con C_3
- √ Añada la condición de vertical

El trazado se simplifica si tiene en cuenta que el punto de tangencia deben coincidir con el punto cuadrante de la circunferencia

Añada el arco C_4

- √ Dibuje un nuevo arco cuadrante

Tipo de arco

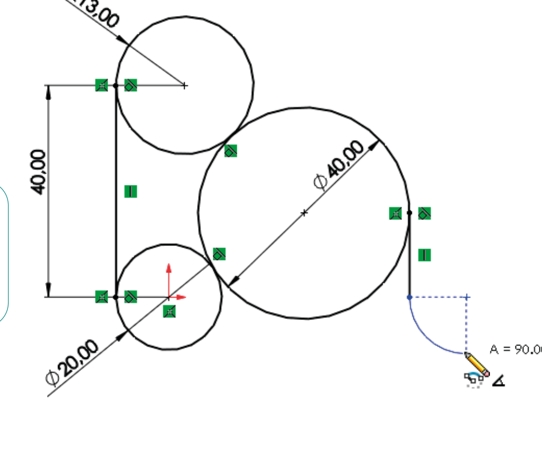
Los números indican la secuencia en que se marcan los tres puntos

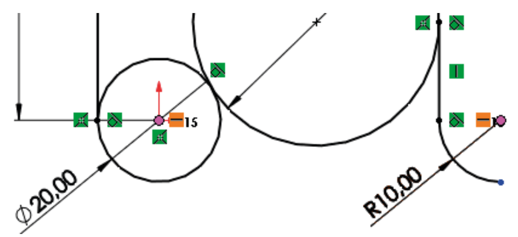
- √ Añada la condición de tangencia con L_2

Tangente(Línea2, Arco4)

- √ Añada la cota de radio
- √ Añada el alineamiento horizontal de los centros

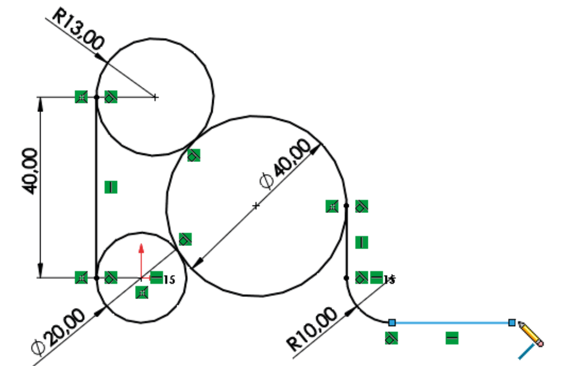
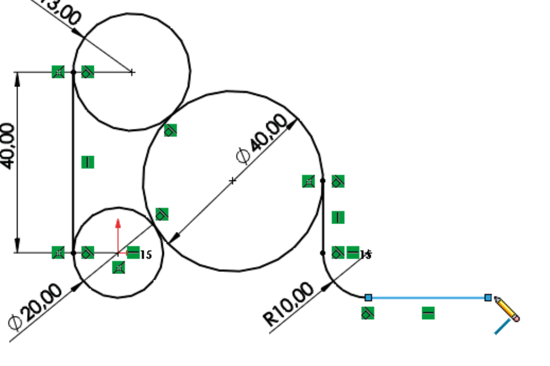
La línea auxiliar que une los centros de C_4 y C_2 es perpendicular a L_1 y L_2





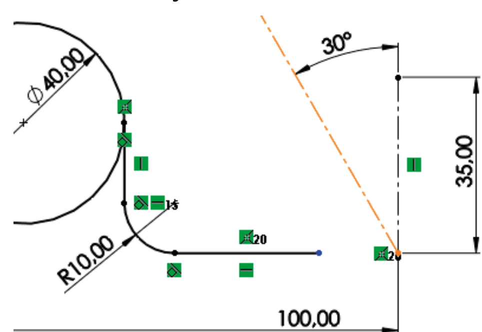
Dibuje la recta L_3

- √ Dibuje una nueva recta
- √ Añada la condición de tangencia con C_4
- √ Añada la condición de horizontal

Dibuje la construcción auxiliar O, P, r

- √ Dibuje una recta auxiliar vertical
- √ Determine O, añadiendo el alineamiento de su vértice inferior con la base del dibujo y la distancia de 100 hasta el centro de C_2
- √ Añada la cota de distancia 35 entre O y P
- √ Añada una recta auxiliar inclinada 30°



Dibuje la circunferencia C_5

- Dibuje un nuevo círculo
- Añada la condición de tangencia con L_3
- Añada la condición de P contenido en C_5
- Añada la condición del centro Q de C_5 contenido en la recta inclinada r

Si el croquis está restringido en exceso, puede que el "resolvedor" de geometría sea incapaz de añadir esta última condición geométrica

Si eso ocurre, elimine las restricciones redundantes

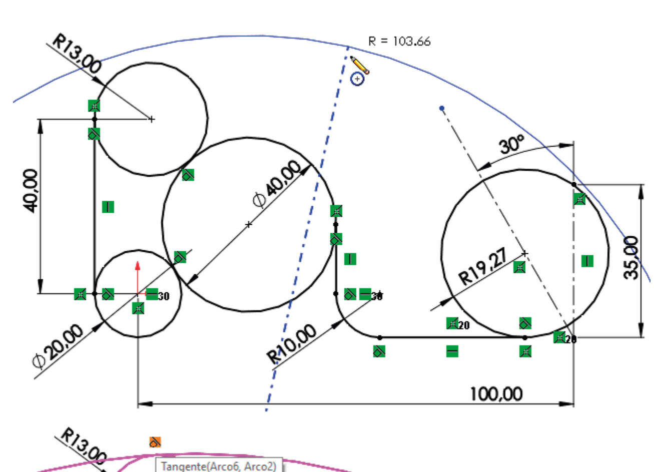
Acote ahora para determinar el radio de C_5 aceptando la cota como auxiliar (conducida)

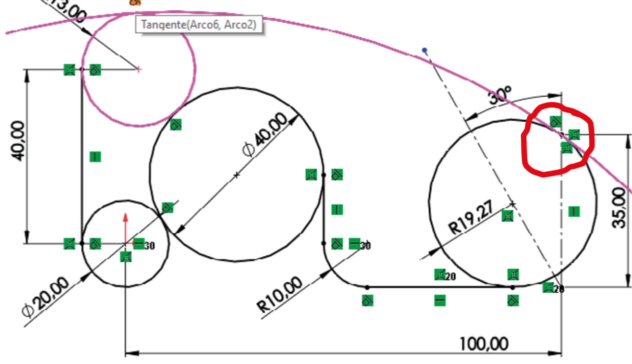
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

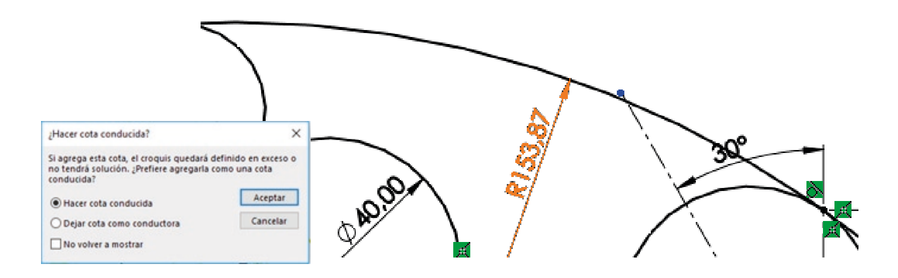
Dibuje la circunferencia C_6

- √ Dibuje un nuevo círculo, parecido a C_6
- √ Añada la condición de que contenga a P
- √ Añada la condición de tangente *interior* a C_5
- √ Añada la condición de tangente *interior* a C_1





Ahora puede acotar para determinar el radio de C_6, aceptando la cota como auxiliar (conducida)

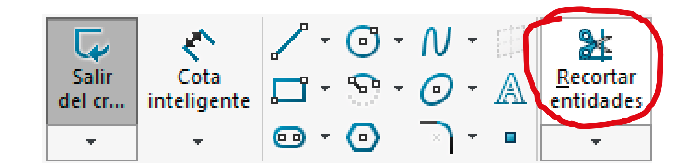


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Recorte las líneas sobrantes

√ Seleccione el comando *Recortar entidades*

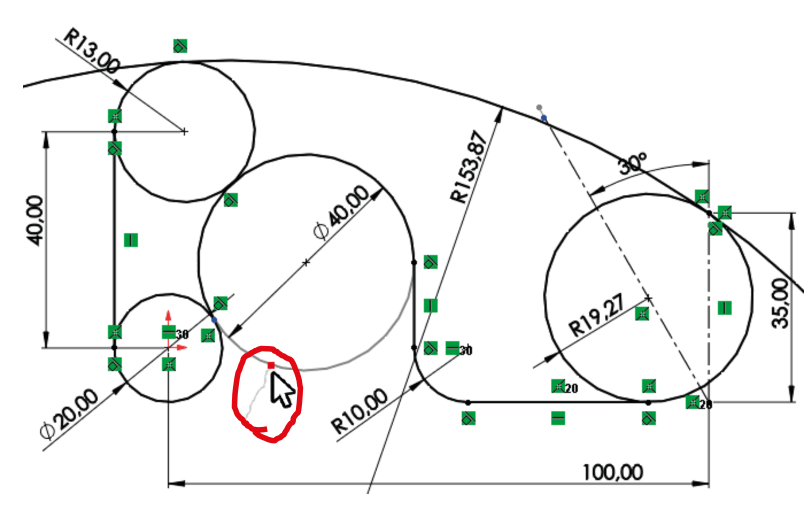


√ Seleccione la opción *Recorte inteligente*



√ Mueva el cursor por encima de los tramos de líneas que quiera recortar…

…mientras mantiene pulsado el botón izquierdo



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

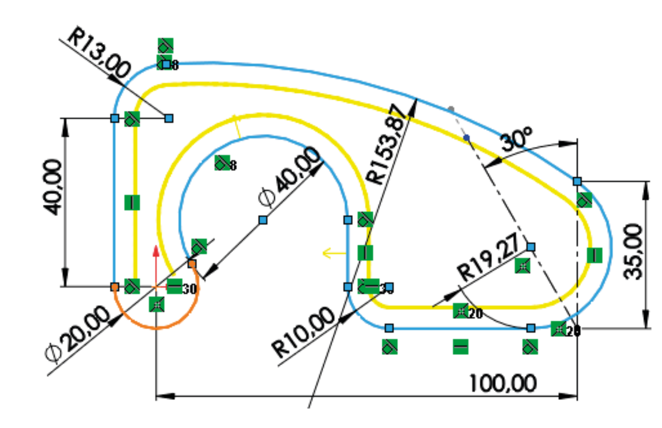
Dibuje el contorno interior

√ Utilice el comando *Equidistanciar entidades*

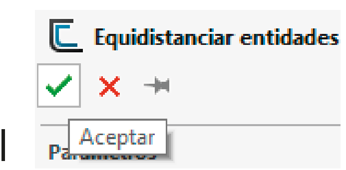


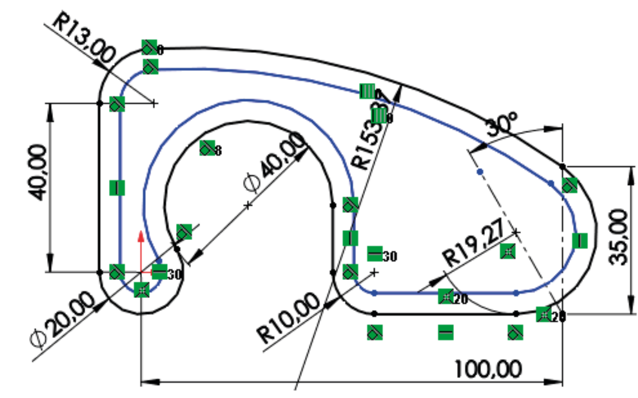
√ Añada la distancia

√ Seleccione las líneas originales



√ Acepte, para obtener el resultado final

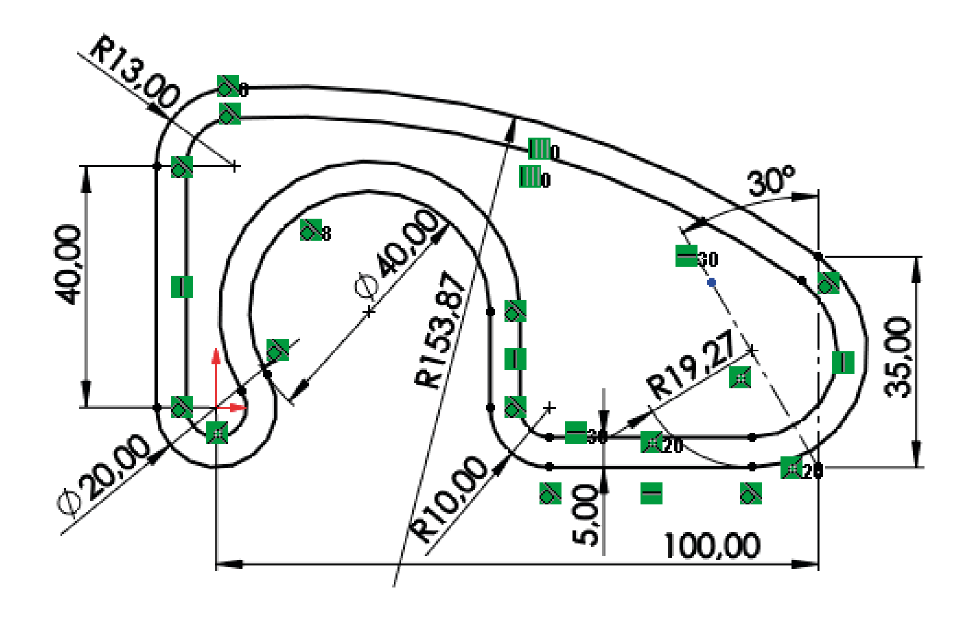






Observe que el contorno interior no queda completamente restringido…

…porque la equidistancia de 5 mm no se añade automáticamente como una restricción explícita



El croquis queda completamente definido al añadir la cota del espesor

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Hay que dibujar sin restricciones y añadir las restricciones después

Dibuje directamente el perfil, sin usar construcciones auxiliares mas que cuando sean imprescindibles

2 La secuencia de restricciones es importante para conseguir un perfil completamente restringido

- √ Añada primero las restricciones más locales (que afecten menos a partes lejanas)
- √ Añada primero las restricciones geométricas, y luego las dimensionales

3 Conviene descomponer el perfil en partes desacopladas

Tales como el contorno interior, que se obtiene fácilmente a posteriori

Tarea

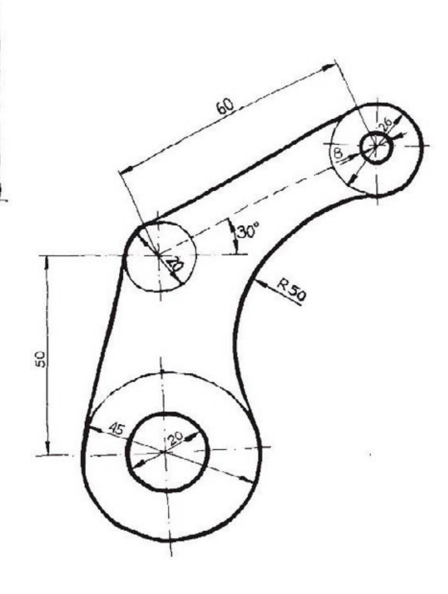
Al fabricar una pieza, se producen unos retales de chapa como el croquizado en la figura

Según el tamaño de la chapa inicial, las dimensiones H y L del retal pueden variar en los márgenes siguientes:

$100 \leq L \leq 200$

$50 \leq H \leq 150$

Se desea aprovechar dichos retales para fabricar balancines como el croquizado en la figura, siendo deseable que las medidas de L y H sean lo más pequeñas posible



La tarea es:

A Obtenga el perfil plano del balancín

B Determine el retal de menores dimensiones H y L, a partir del cual se pueda fabricar el balancín

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La estrategia consiste en:

1 Dibuje el perfil del balancín

√ Seleccione el plano de croquis

√ Dibuje el perfil aproximado

√ Añada las restricciones geométricas que no se generen automáticamente

√ Acote el perfil

2 Dibuje el retal, en un segundo croquis

Croquis diferentes sobre el mismo plano de referencia actúan como “capas” de un dibujo

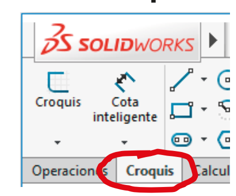
3 Aplique relaciones entre el segundo y el primer croquis, para conseguir que el retal sea tangente al balancín

4 Acote el retal, para obtener las medidas pedidas

Ejecución

Seleccione y active el plano de croquis:

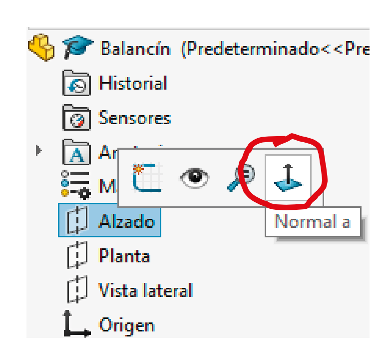
- Seleccione la pestaña *Croquis*

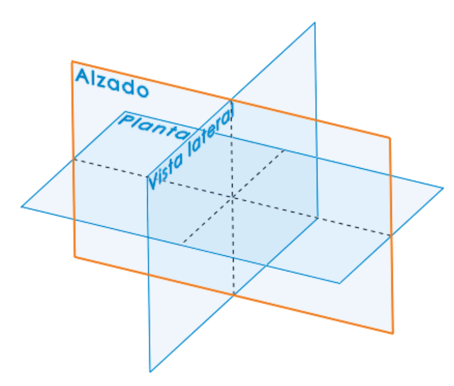


- Escoja el alzado como plano de referencia para croquizar

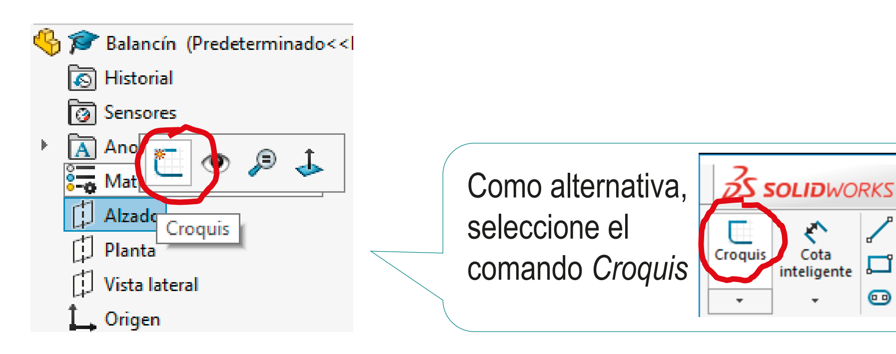
- En el menú contextual escoja *Normal a*

El plano queda situado paralelo a la pantalla





- Escoja *Croquis* para dibujar en el plano seleccionado



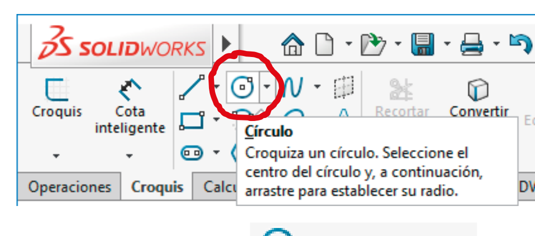
Como alternativa, seleccione el comando *Croquis*

¡El plano de alzado es ahora su hoja de papel!

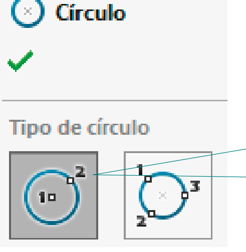
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Dibuje el perfil del balancín:

√ Escoja *Círculo* para dibujar el círculo inferior de diámetro 45 mm



√ Seleccione el modo *Centro y radio*



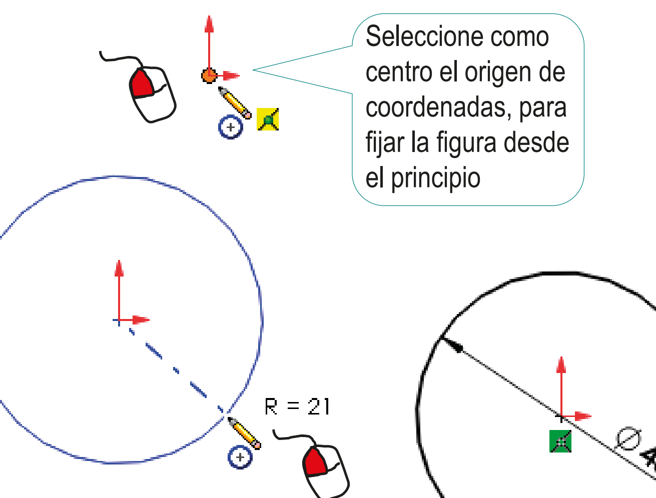
Los números indican que se marca primero el centro, y luego un punto del perímetro

√ Mueva el ratón hasta la posición aproximada del centro y pulse el botón izquierdo

Seleccione como centro el origen de coordenadas, para fijar la figura desde el principio

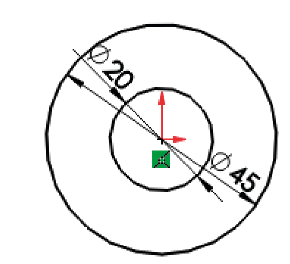
√ Mueva el ratón una longitud aproximadamente igual al radio y pulse el botón izquierdo

√ Acote el diámetro

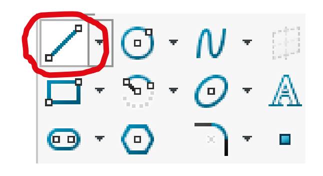


Ejecución

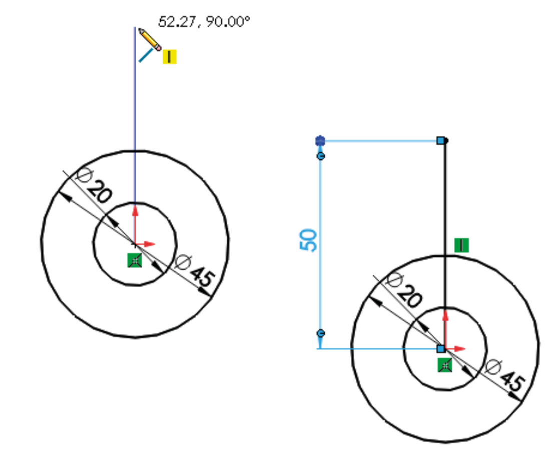
- √ Dibuje un círculo interior, concéntrico con el anterior
- √ Acote su diámetro



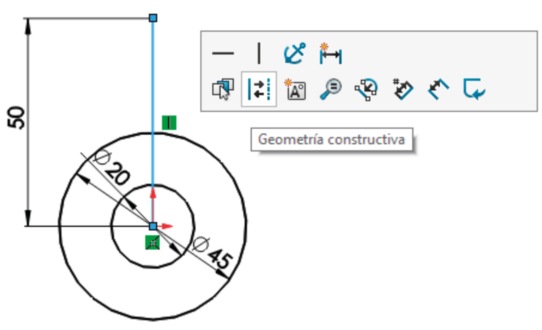
- √ Escoja *Línea*



- √ Dibuje una línea vertical desde el centro de los círculos
- √ Acote la longitud de la línea



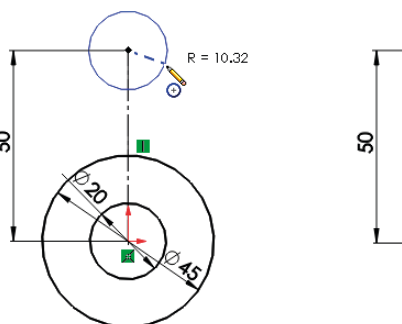
- √ Convierta la línea en auxiliar
  - √ Seleccione la línea
  - √ Seleccione la opción de convertir en *Geometría constructiva* que aparece en el menú contextual

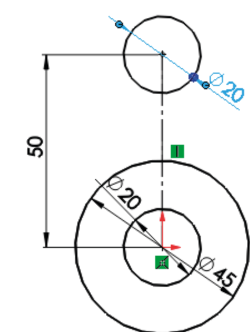


Ejecución

√ Dibuje un círculo concéntrico con el extremo superior del eje vertical

√ Acote el diámetro del círculo



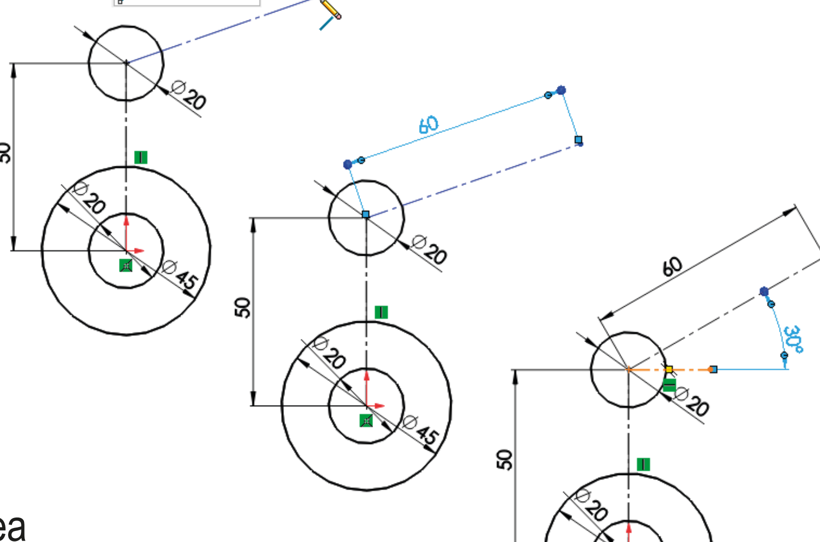


√ Dibuje una línea auxiliar inclinada desde el centro del círculo

√ Acote la longitud de la línea

√ Acote la inclinación de la línea

Dibuje una línea auxiliar horizontal, que sirva como origen del ángulo



Ejecución

Tarea

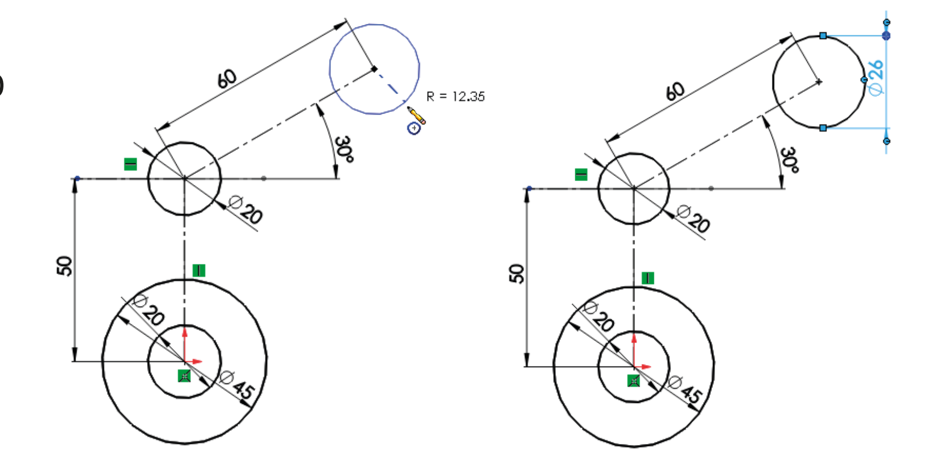
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

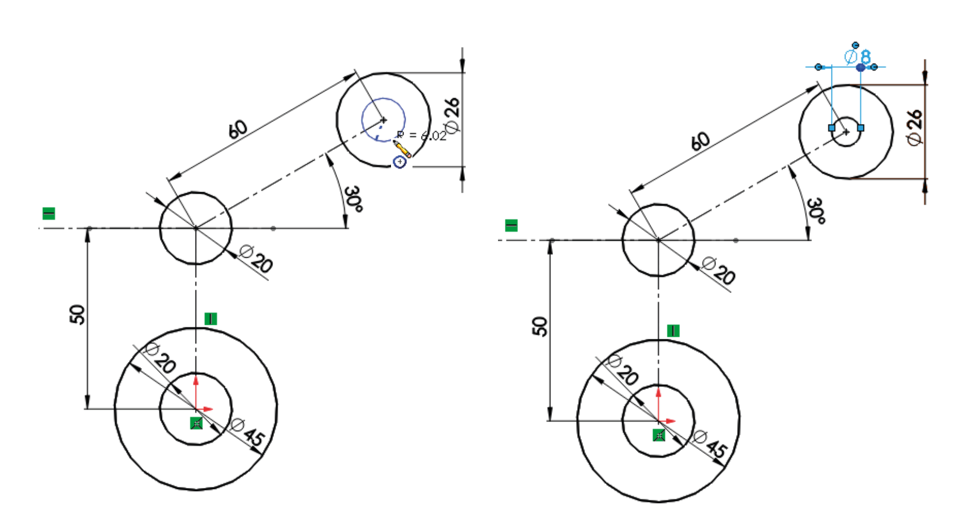
√ Dibuje un círculo concéntrico con el extremo superior del eje inclinado

√ Acote el diámetro del círculo

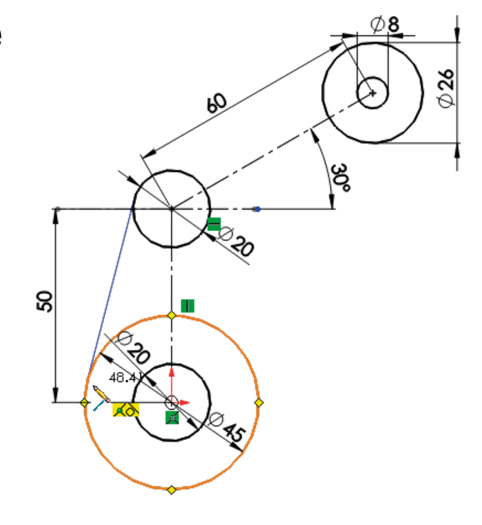


√ Dibuje el círculo interior del extremo superior del eje inclinado

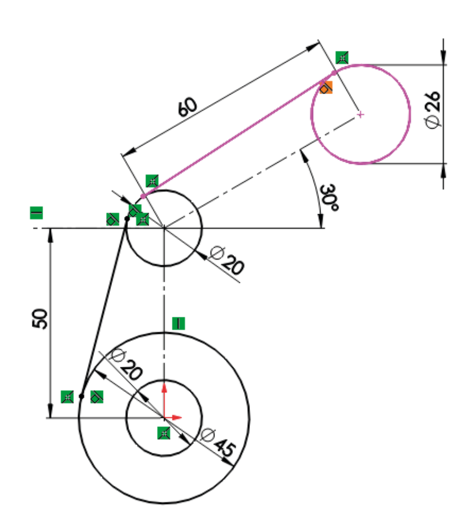
√ Acote el diámetro del círculo



- √ Dibuje una línea aproximadamente tangente a las circunferencias de diámetros 45 y 20
- √ Añada las condiciones de tangencia, si no se han detectado automáticamente



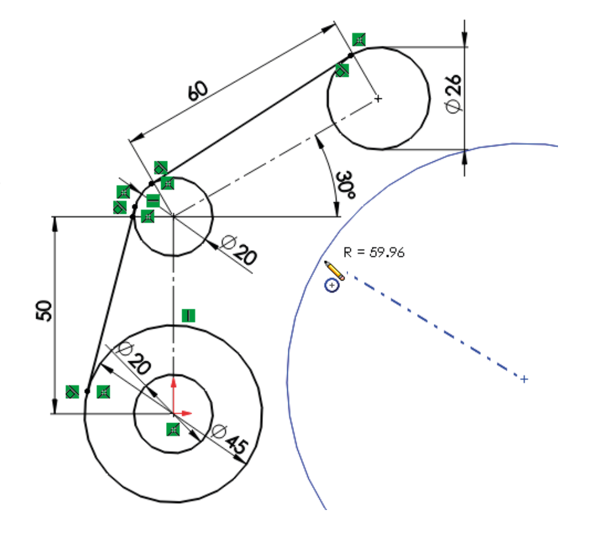
- √ Dibuje una línea aproximadamente tangente a las circunferencias de diámetros 20 y 26
- √ Añada las condiciones de tangencia, si no se han detectado automáticamente



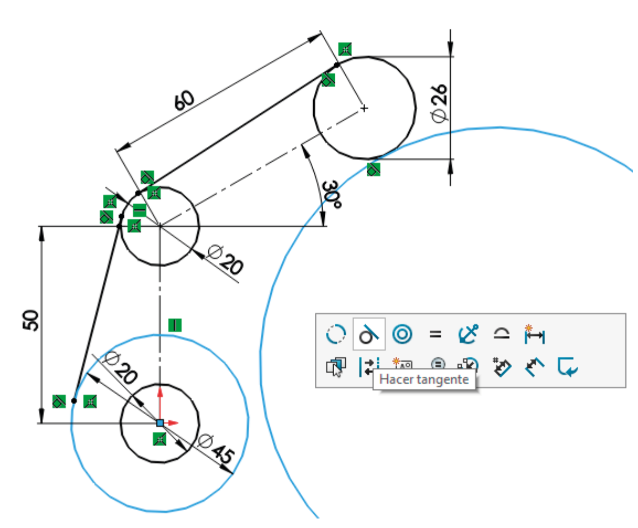
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Dibuje un círculo aproximadamente tangente a los círculos de diámetros 45 y 26



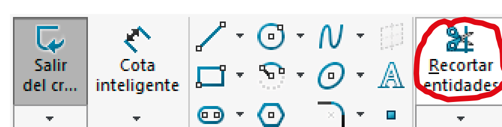
√ Añada las condiciones de tangencia, si no se han detectado automáticamente

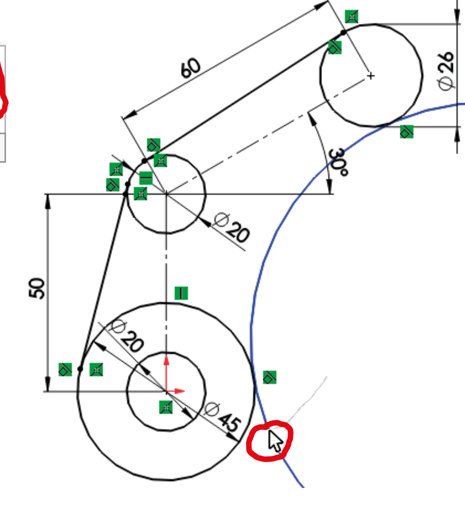


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

- Recorte la parte exterior del círculo
  - Seleccione el comando *Recortar entidades*

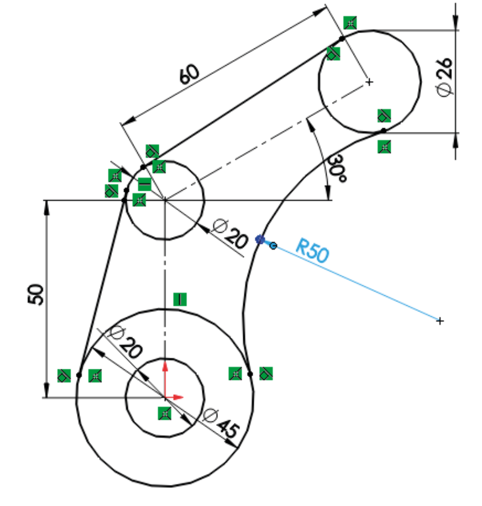




  - Seleccione la opción *Recorte inteligente*



  - Mueva el cursor por encima de los tramos de líneas que quiera recortar, mientras mantiene pulsado el botón izquierdo





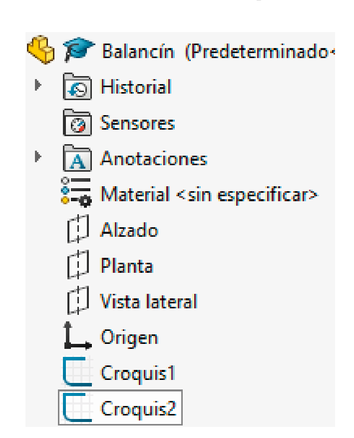
- Acote el radio del arco

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Dibuje el perfil del retal de chapa:

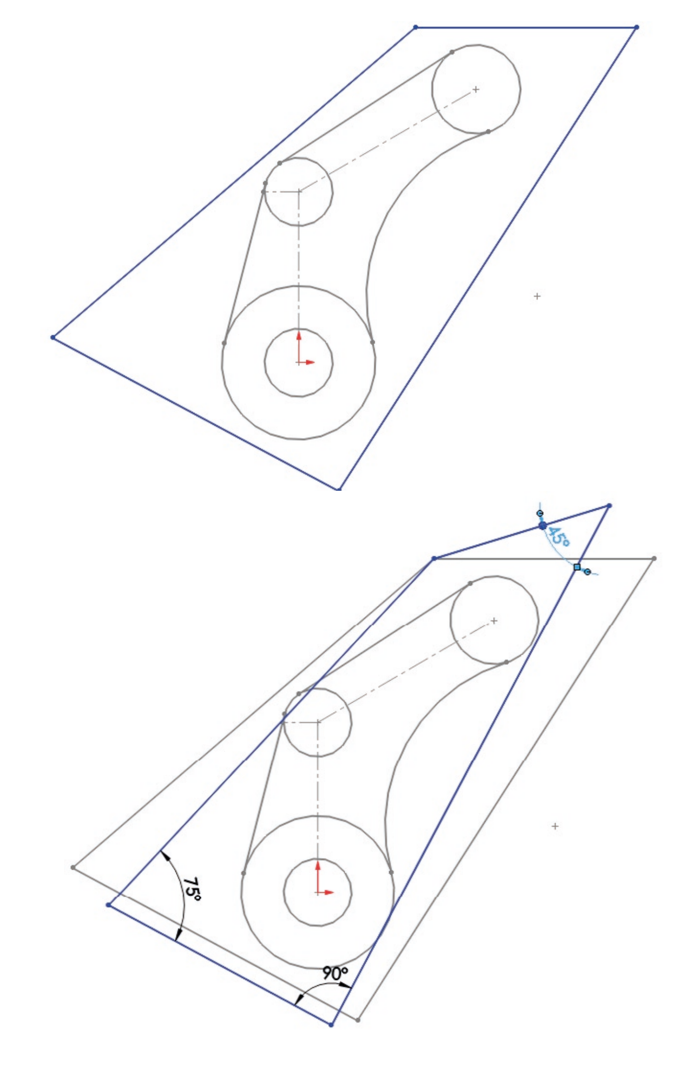
√ Defina un croquis nuevo sobre el alzado



√ Dibuje el contorno aproximado del retal mediante cuatro líneas consecutivas

Coloque el cuadrilátero en la posición aproximada en la que encaje mejor con el balancín

√ Añada las cotas de los ángulos que definen la forma del retal



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

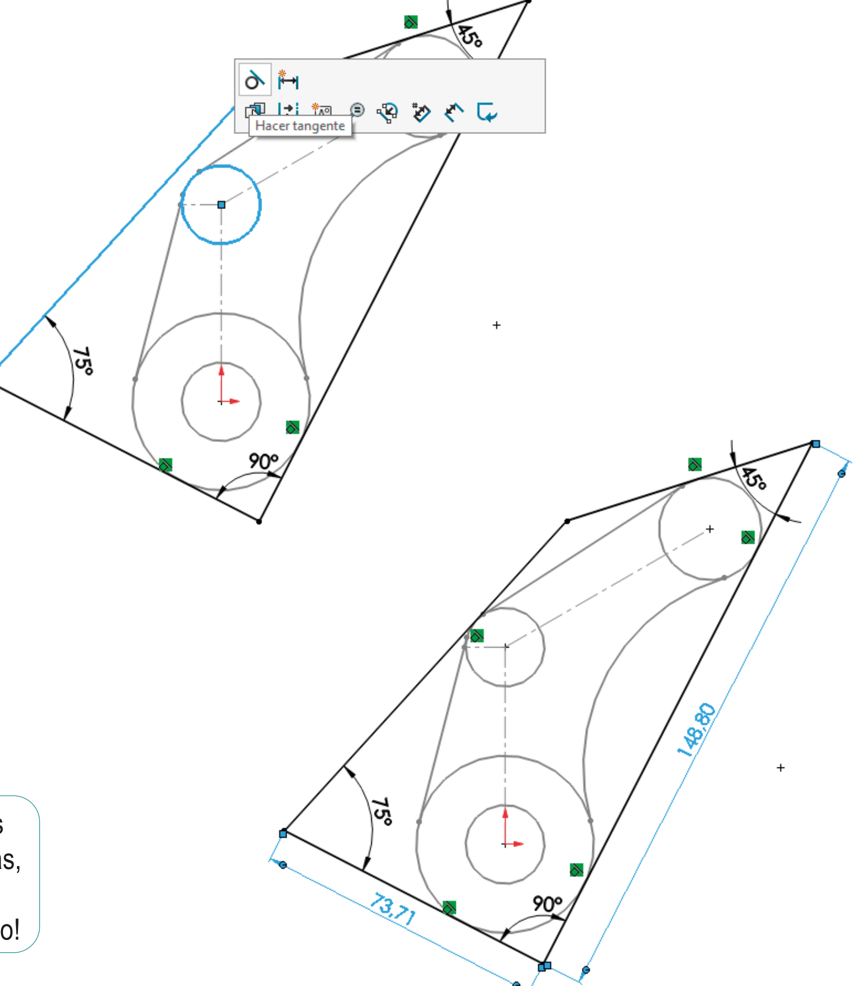
Relacione el retal con el balancín:

- Añada las restricciones de tangencia entre el contorno del retal y el balancín
  - Compruebe que el croquis del balancín esté *Visible*
  - Compruebe que la vista del croquis sea *Normal a*

¡En caso contrario, puede que no se detecten las relaciones entre elementos geométricos de diferentes croquis!

- Acote el retal para obtener las medidas pedidas

¡Obviamente, las cotas deberán ser conducidas, porque el retal ya está completamente definido!



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones



Existe una forma más rápida de dibujar el balancín:

√ Dibuje el contorno como una sucesión de rectas y arcos tangentes

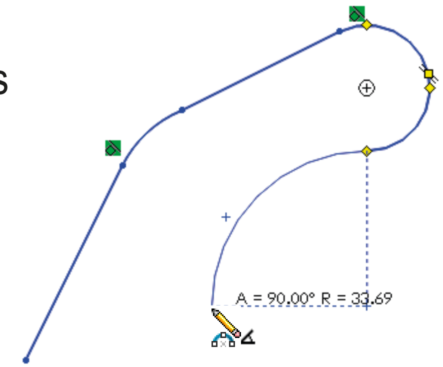
√ Comience dibujando una recta

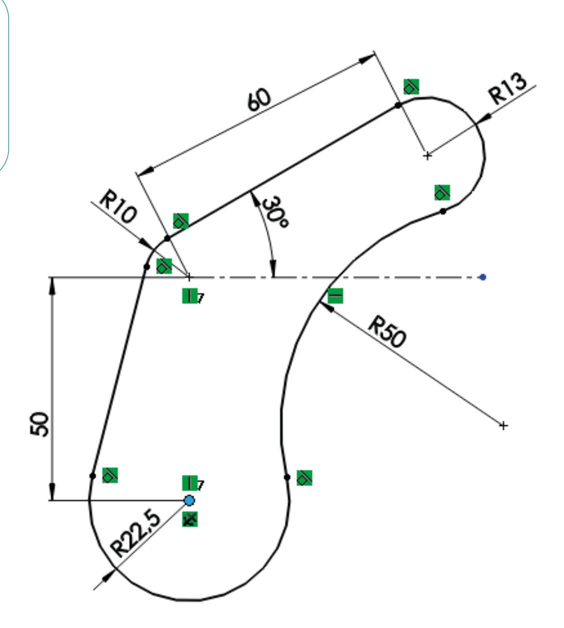
√ Mueva el ratón adelante y atrás para conmutar entre recta y arco

¡Si se mueve el ratón adelante-atrás-adelante mientras se están trazando líneas encadenadas, la herramienta de trazado conmuta automáticamente de línea a arco enlazado

√ Añada las restricciones que falten al acabar el trazado

√ Acote el contorno para obtener el balancín acabado





ISBN: 978-84-18432-81-1
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

1 Hay que dibujar sin restricciones y añadir las restricciones después

Añadir automáticamente algunas restricciones sobre la marcha también es conveniente

2 Se puede trabajar con croquis superpuestos, para aislar las construcciones geométricas

Diferentes croquis creados sobre el mismo plano de referencia, actúan como “capas” de un dibujo

3 Los croquis superpuestos se pueden vincular mediante relaciones entre sus componentes

Capítulo 1.3. Técnicas de modelado geométrico

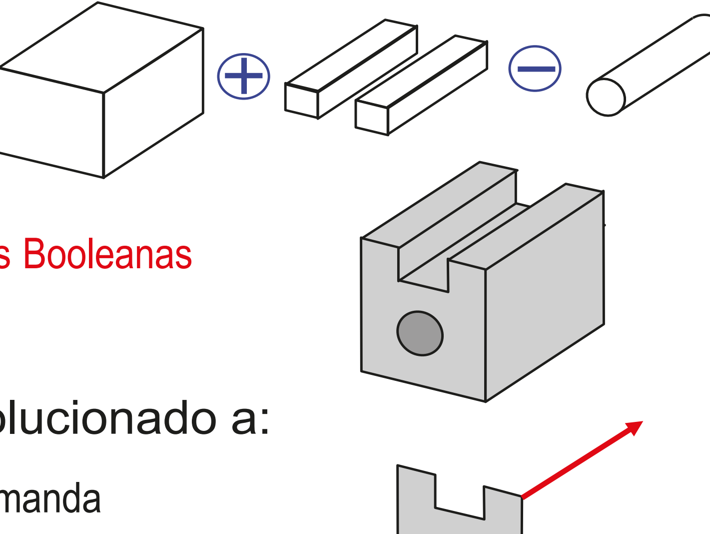
Introducción

La metodología de modelado más común se denomina "Geometría Constructiva de Sólidos" (CSG)

Ver definición en ISO 10303-42

Consta de dos tareas:

- Se toman sólidos elementales predefinidos, llamados primitivas
- Se combinan, mediante operaciones Booleanas



A lo largo del tiempo, CSG ha evolucionado a:

- Se obtienen sólidos de barrido a demanda
- Se combinan siguiendo una secuencia, que se representa mediante un árbol del modelo



Actualmente ambas estrategias coexisten…

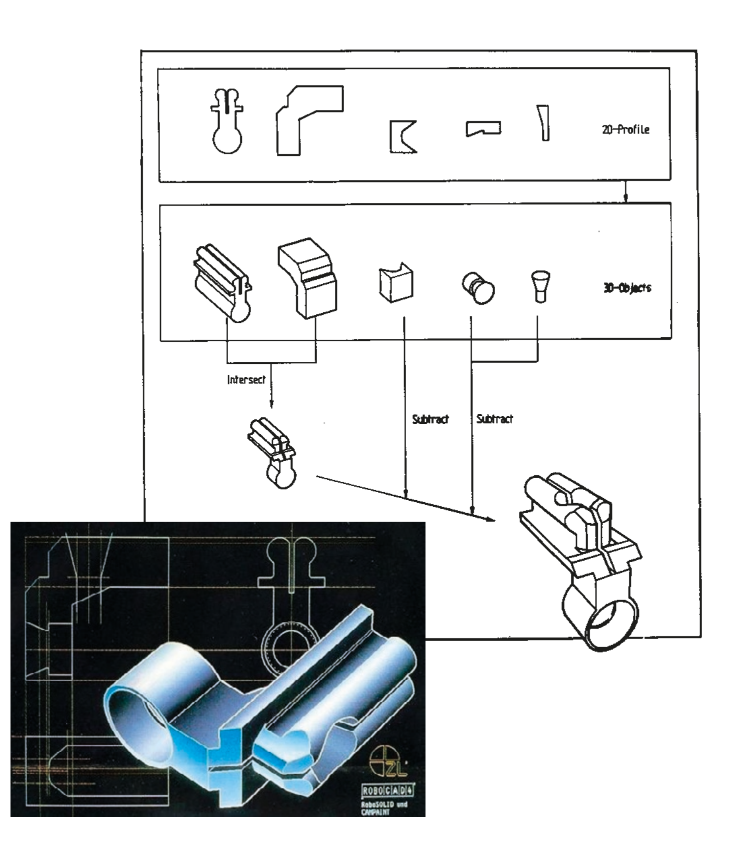
…aunque la segunda es dominante

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

En consecuencia, las tres tareas básica requeridas para modelar con metodología CSG de barrido son:

1. Definir perfiles 2D bien parametrizados
2. Aplicar los barridos apropiados para generar elementos característicos 3D
3. Combinar los sólidos mediante una secuencia representada en un árbol del modelo

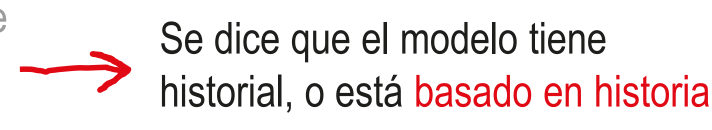


Introducción
Primitivas
Op. Booleanas
Barrido
Características
Árbol del modelo
Completo
Consistente
Conciso
Rúbrica

CSG es un tipo de modelado procedural, ya que no se guarda el modelo resultante, sino las reglas necesarias para construirlo

Cada tipo de regla aporta un rasgo al método:

1. Definir perfiles 2D bien parametrizados → El modelo se denomina paramétrico
2. Aplicar los barridos apropiados para generar elementos característicos 3D → El modelo se dice basado en características
3. Combinar los sólidos mediante una secuencia representada en un árbol del modelo



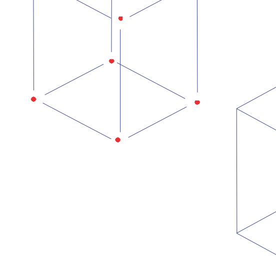
Por ello, los modelos que se obtienen mediante esta técnica se denominan paramétricos, basados en características y basados-en-historia

> Los modelos no procedurales se denominan “mudos”, o explícitos

Hay otras técnicas de modelado virtual que han sido útiles en el pasado y/o que son útiles actualmente para otros propósitos:

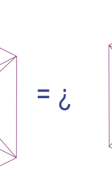
√ Modelos alámbricos

Solo definen explícitamente los vértices y aristas

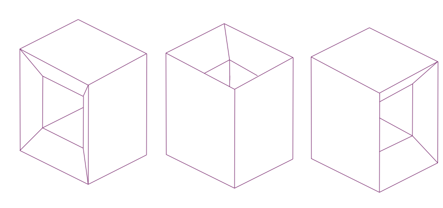


Solo sirven para modelos poliédricos

Son ambiguos para representar sólidos



= ¿



?

¡Están en desuso!

√ Modelos de superficies

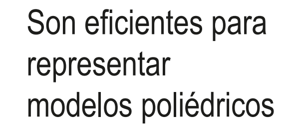
Introducción

Introducción
Primitivas
Op. Booleanas
Barrido
Características
Árbol del modelo
Completo
Consistente
Conciso
Rúbrica

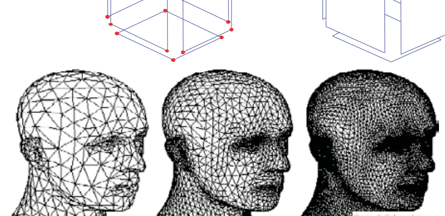
Hay otras técnicas de modelado virtual que han sido útiles en el pasado y/o que son útiles actualmente para otros propósitos:

√ Modelos alámbricos

Definen explícitamente los vértices, aristas y caras



Son eficientes para representar modelos poliédricos



¡No permiten cálculos geométricos de masas, volúmenes, etc!

√ Modelos de superficies

Se denominan B-Rep por el acrónimo de Boundary-REPresentacion

Se utilizan dos metodologías para diseño de superficies complejas:

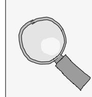
- √ Modelos matemáticos específicos para cada tipo de superficie





- √ Modelos aproximados, mediante facetado de superficies

Muchos modelos alámbricos y de superficies son explícitos, o mudos, porque no se gestionan de forma procedural



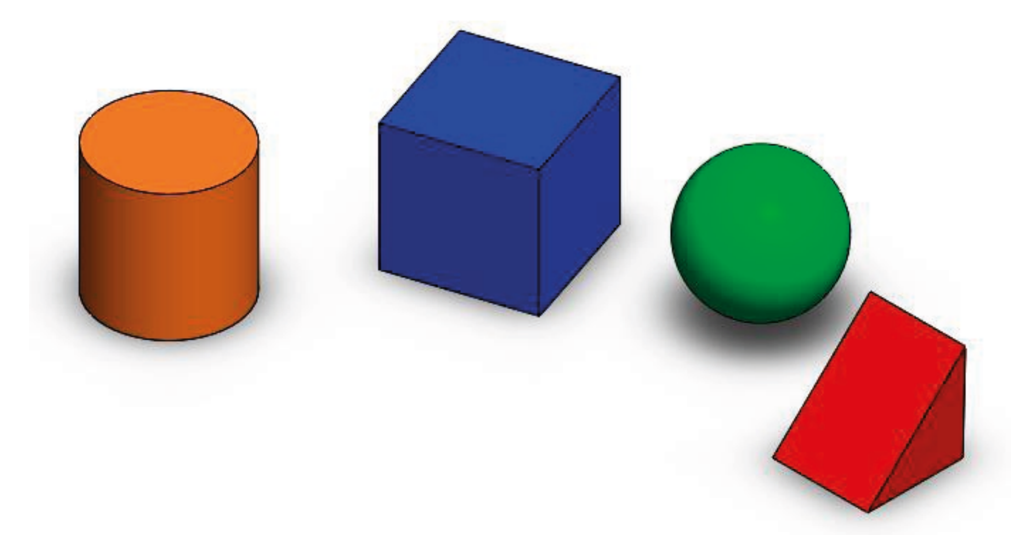
Más detalles sobre modelos explícitos en 1.10

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Primitivas

Las primitivas son figuras geométricas simples que se utilizan como “ladrillos” para construir formas complejas

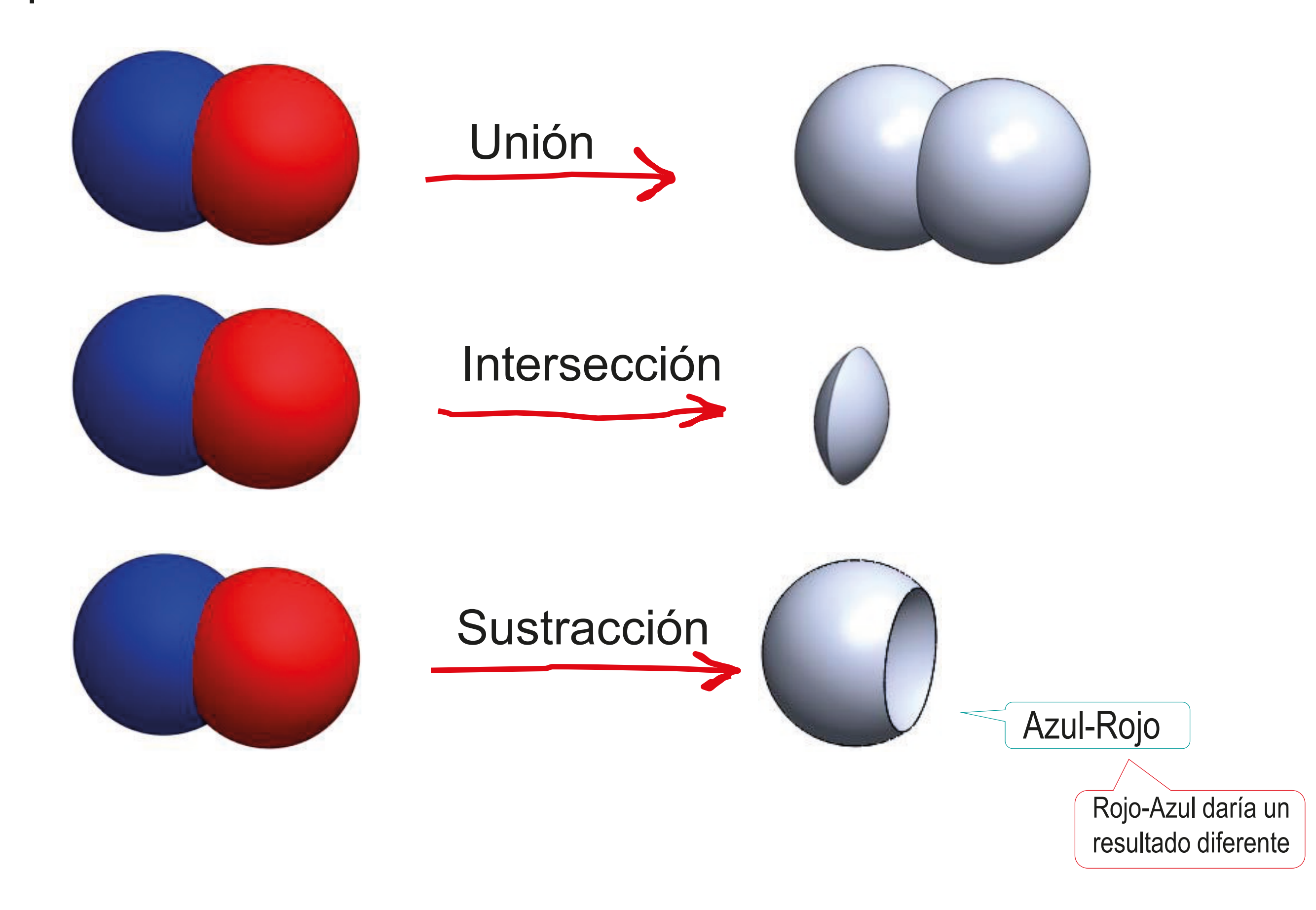


Son comandos predefinidos, integrados en la aplicación, y se invocan desde menús y barras de herramientas

Invocar una primitiva desde un menú crea una “instancia” de la figura!

Operaciones booleanas

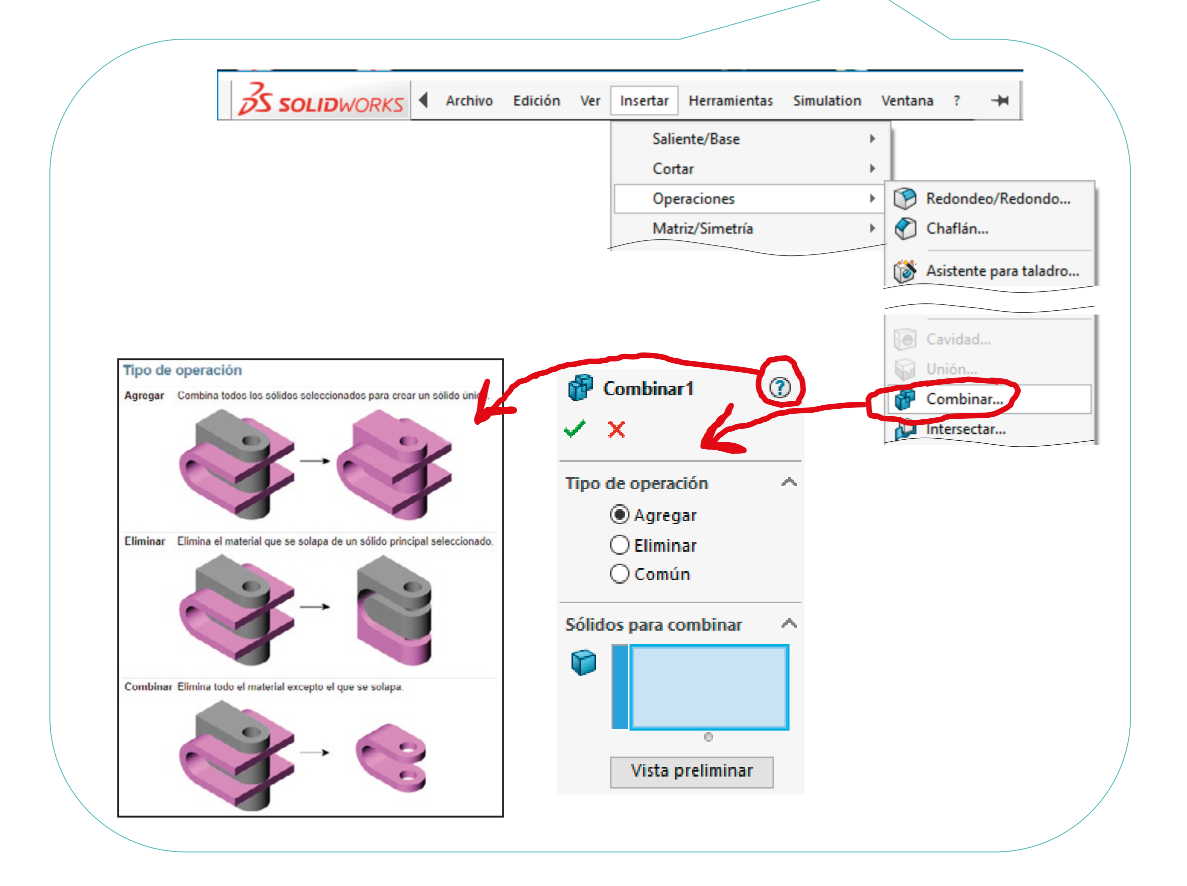
Para combinar sólidos, se pueden usar tres tipos de operaciones Booleanas:



Operaciones booleanas

- Introducción
- Primitivas
- **Op. Booleanas**
- Barrido
- Características
- Árbol del modelo
- Completo
- Consistente
- Conciso
- Rúbrica

En algunos programas,
la operación booleana están explícitamente disponibles



Aunque se usan raramente

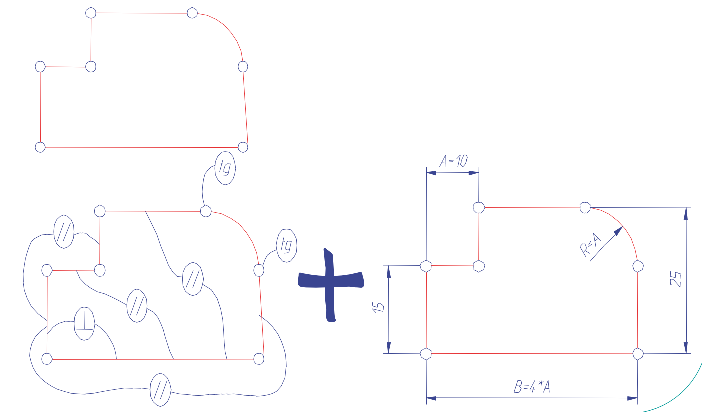
Sólidos de barrido

Los sólidos de barrido se crean a demanda, en dos pasos:

1 Dibujar un perfil plano

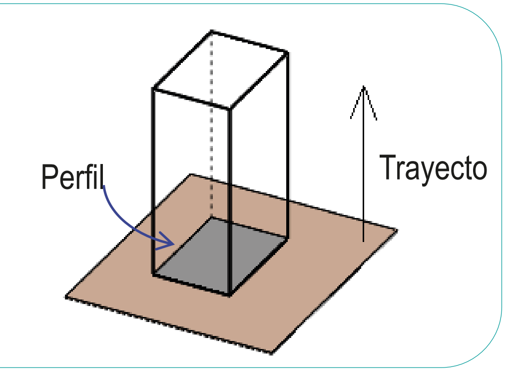
Los perfiles se dibujan croquizando con restricciones:

- √ Primero, se croquiza un perfil aproximado
- √ Segundo, se añaden restricciones hasta definir por completo el perfil



2 Crear un sólido barriendo con el perfil plano

El **sólido de barrido** es la geometría tridimensional creada al extender la forma bidimensional del perfil a lo largo de un trayecto



CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Sólidos de barrido

Existen diferentes tipos de barrido, dependiendo del trayecto, y de los posibles cambios en la sección del perfil

- Extrusión, o barrido lineal

Ortogonal

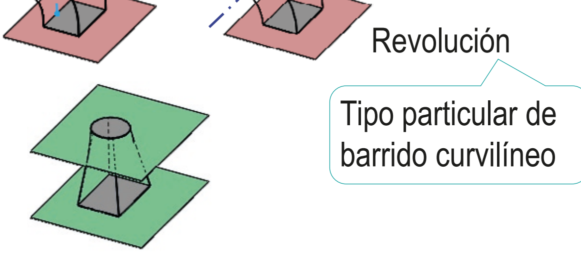
Oblicuo



- Barrido curvilíneo

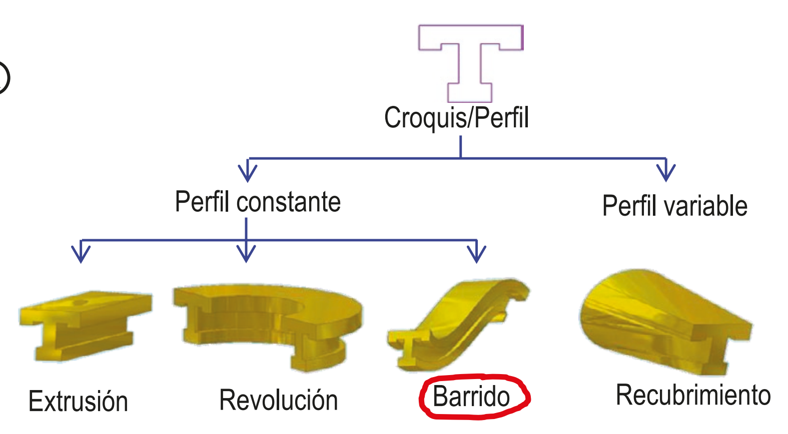
Revolución

- Barrido de sección variable, o recubrimiento





Note que SolidWorks® usa el término *barrido* solo para trayectos curvilíneos y perfiles constantes

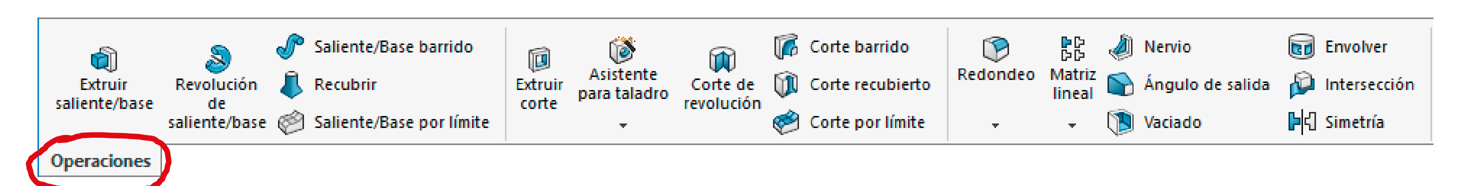


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

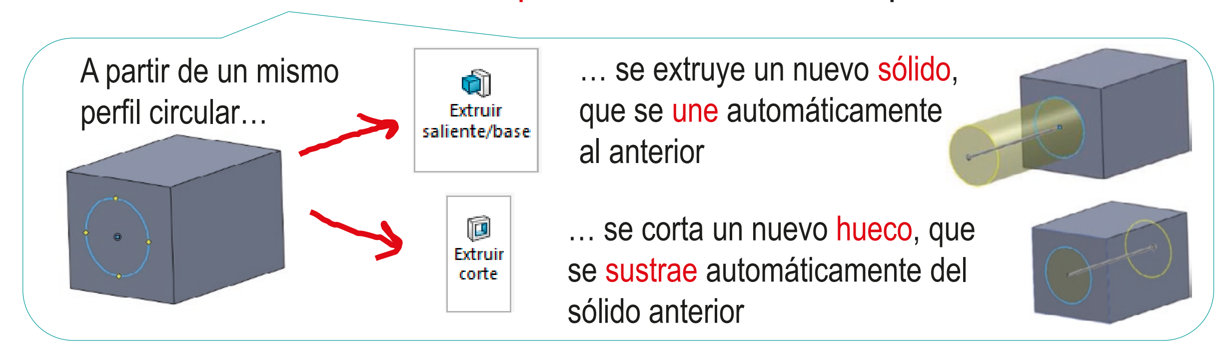
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Se usa el término operaciones como genérico de todos los métodos de construcción de geometría CSG

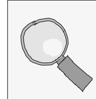


Los rasgos más generales de las operaciones son:

- Se suelen expresan en términos de operaciones de fabricación
- Incluyen combinaciones Booleanas implícitas con los sólidos previos

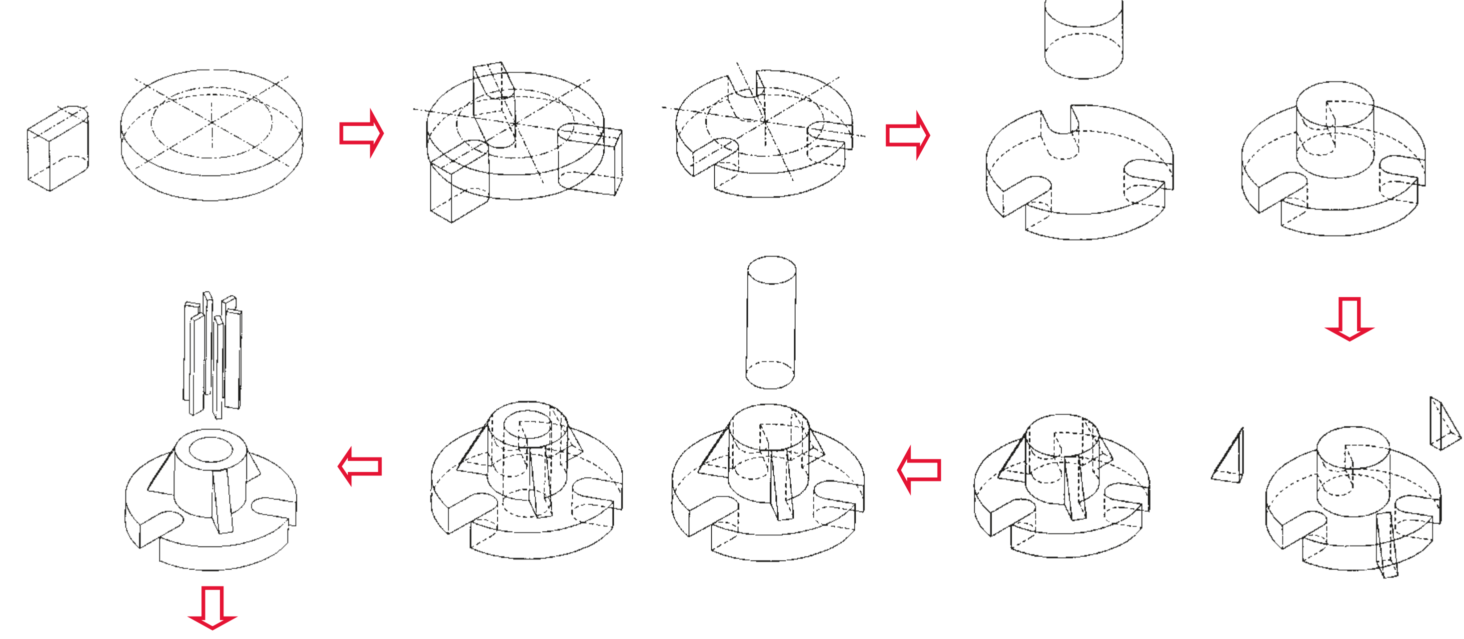


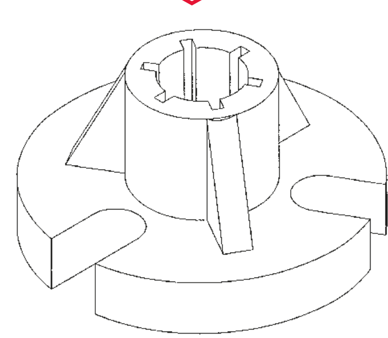
- Dan lugar a características o “features”



Más detalles sobre características en 1.6

Las operaciones (o “features”) se pueden aplicar recursivamente:





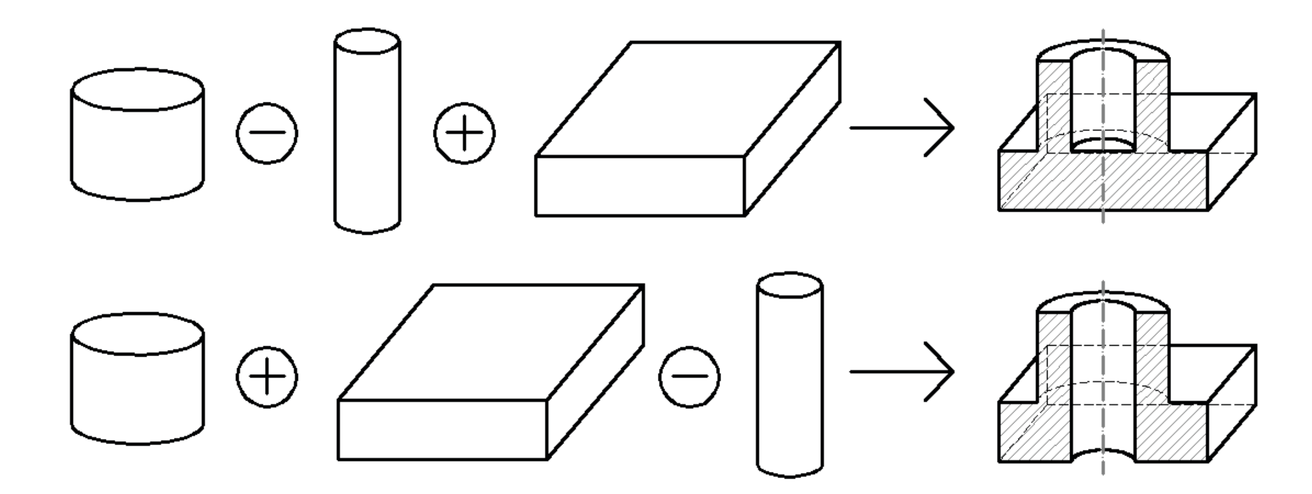
¡Permite crear sólidos complejos, si se utiliza de forma secuencial y jerárquica!

Árbol del modelo



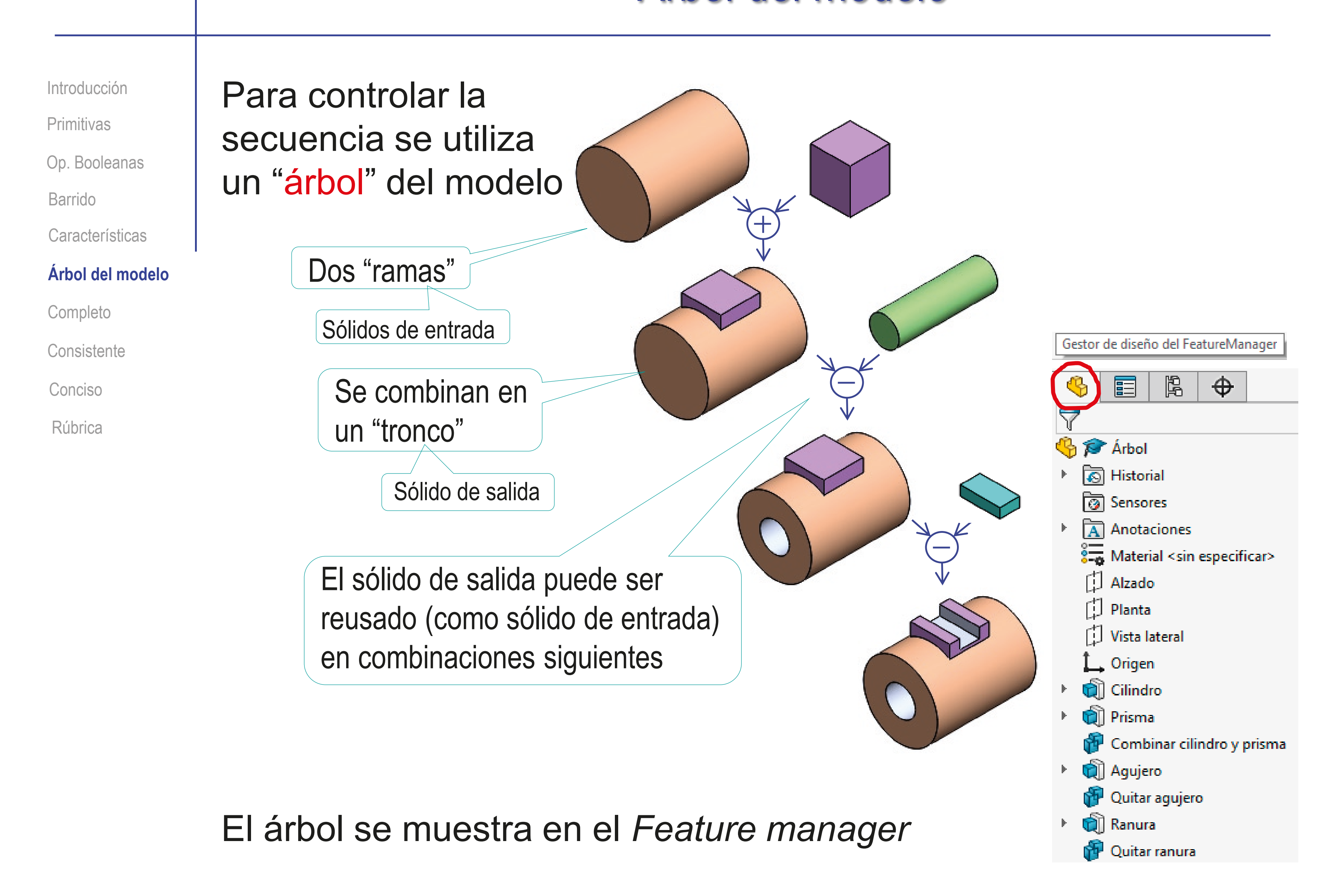
La secuencia de operaciones no es conmutativa

Modificando la secuencia cambia el cuerpo final



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

Para controlar la secuencia se utiliza un "árbol" del modelo

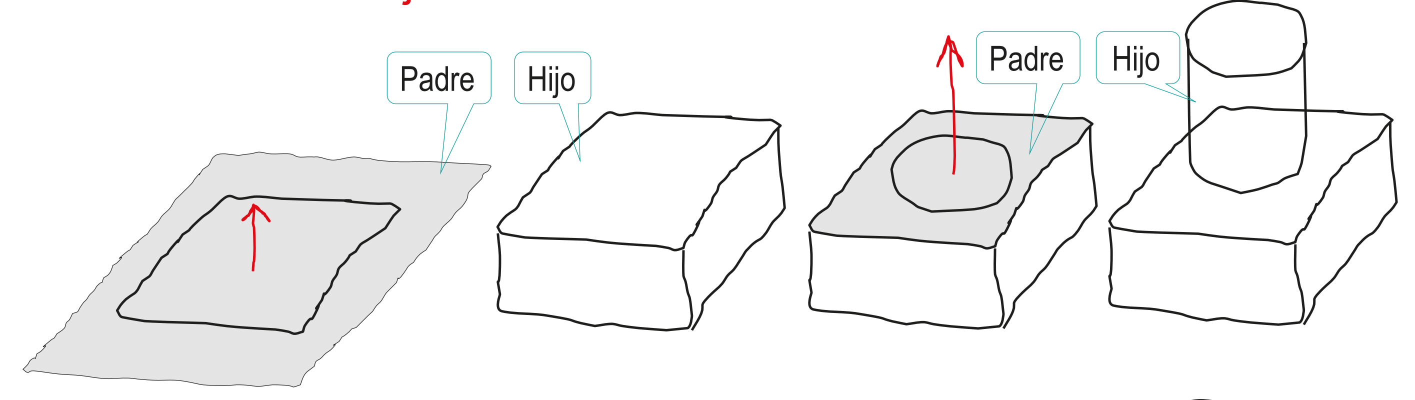


El árbol se muestra en el *Feature manager*

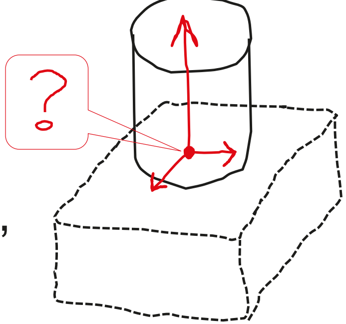
Árbol del modelo

Cuando una entidad del árbol se construye vinculada a otra entidad preexistente, se produce una relación de dependencia:

- √ Se denomina padre a la entidad antecesora (Ver ISO 10303-44)
- √ Se denomina hijo a la entidad descendiente



Si el padre desaparece, el hijo queda "colgante"

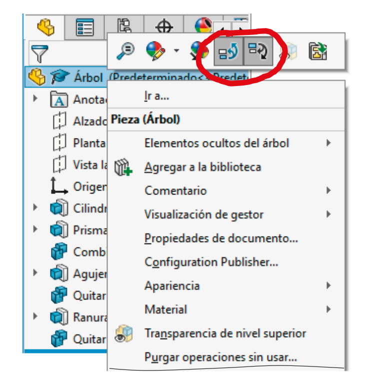


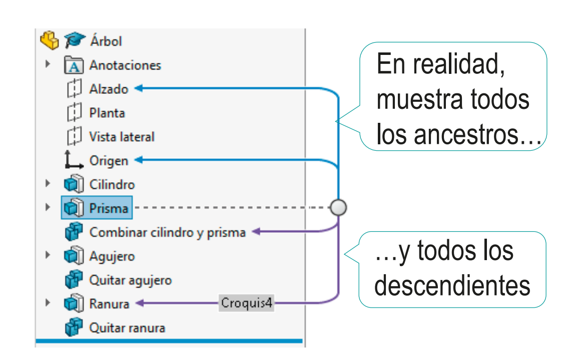
Árbol del modelo

SolidWorks® permite visualizar las relaciones padre/hijo al seleccionar una operación del árbol del modelo:

√ Active la visualización

√ Seleccione la operación a analizar





SolidWorks® también permite visualizar las relaciones padre/hijo en una caja de diálogo:



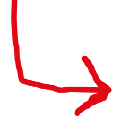
CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelo completo

Seleccionar bien las operaciones y combinarlas de forma adecuada es critico…

… porque los modelos CAD solo son útiles para propósitos de diseño si son completos



Las condiciones para que un modelo sea completo son:

1. El modelo replica la forma de la pieza
   - √ Tiene la misma topología que la pieza
   - √ Replica la geometría de la pieza

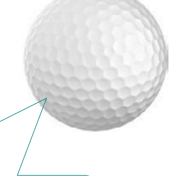
2. El modelo replica el tamaño de la pieza
   - √ Utiliza la unidades apropiadas
   - √ Replica las medidas de la pieza

Dos objetos son topológicamente equivalentes si uno se puede transformar en el otro a través de deformaciones, torcimientos, y estiramientos

Una pelota de futbol es topológicamente equivalente a una de rugby (porque puede transformarse en la otra mediante estiramiento)



Ninguna de ellas es topológicamente equivalente a una pelota de golf (porque no pueden perder su agujero interno mediante deformaciones, torcimientos o estiramientos)



Note que lo que marca la diferencia es el agujero interno, no los hoyuelos

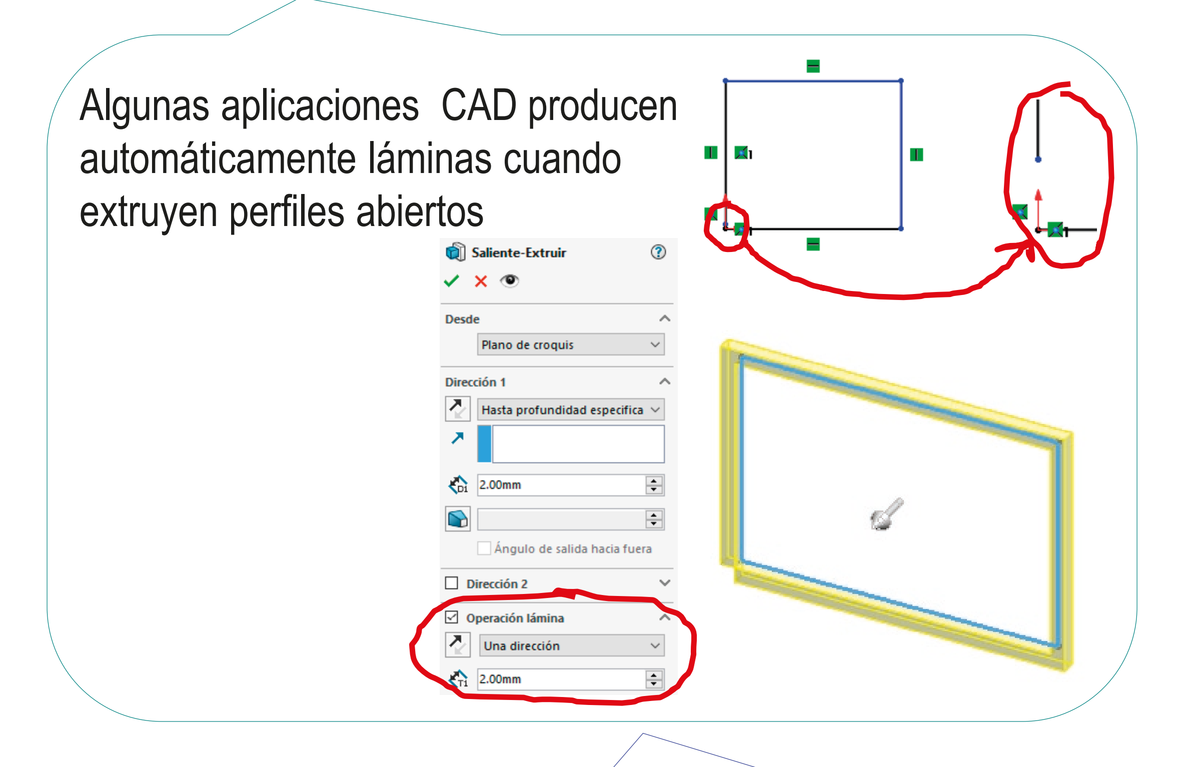
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelo completo

La típica equivocación que impide obtener la topología correcta es usar una operación de barrido que produce cáscaras en lugar de volúmenes

Algunas aplicaciones CAD producen automáticamente láminas cuando extruyen perfiles abiertos



Recomendación:

√ Acostúmbrese a cerrar los perfiles

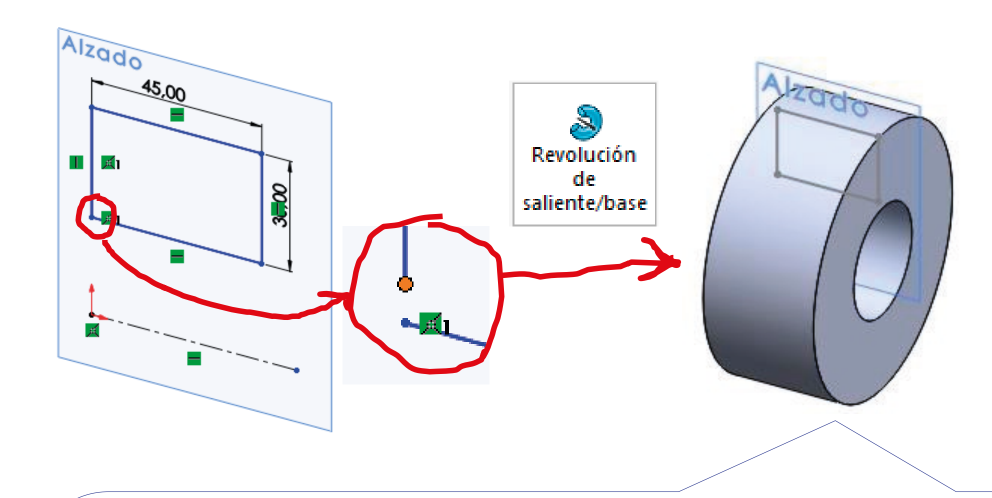
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelo completo

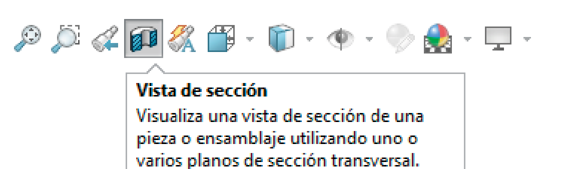


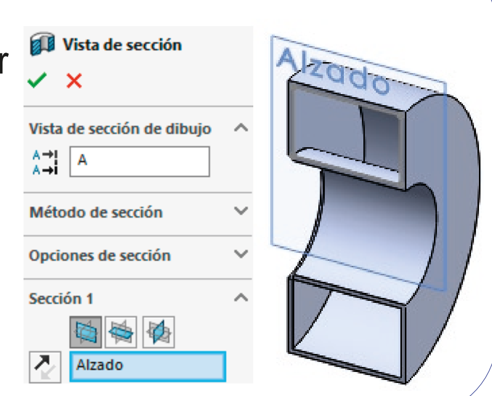
La topología errónea puede no ser visible, si el barrido genera una cáscara:



Recomendación:

√ Use *vistas de sección* para comprobar que la topología es correcta

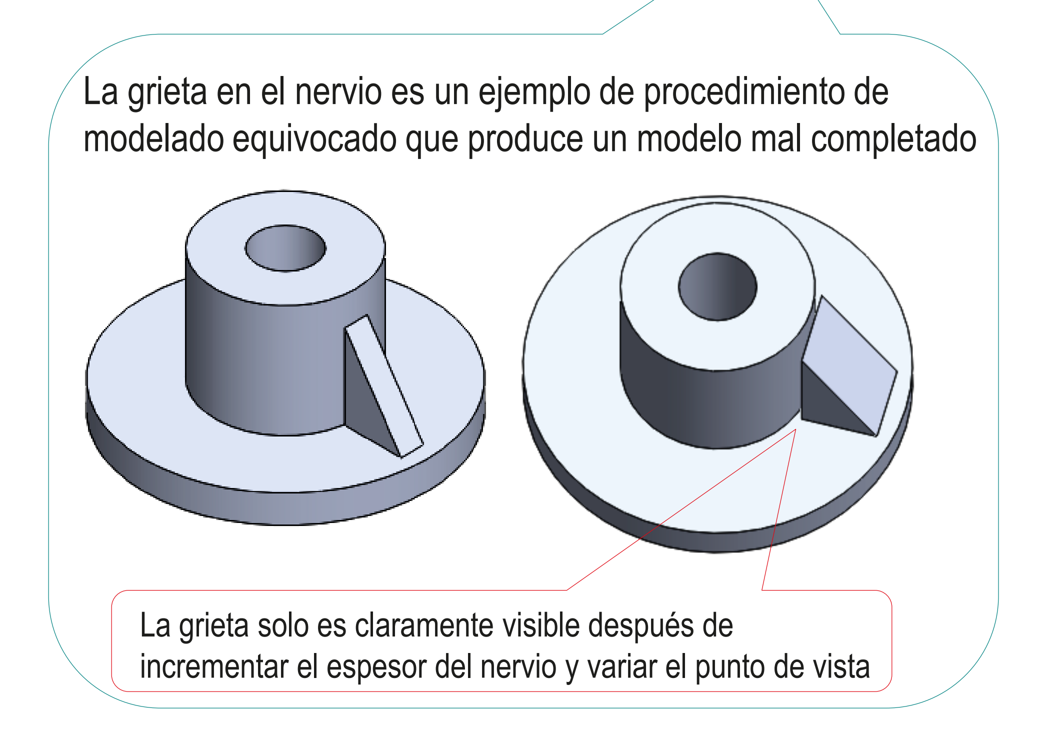




ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelo completo

Las típicas equivocaciones que producen formas geométricas incorrectas en los modelos CAD resultan de operaciones booleanas inapropiadas, que producen grietas o penetraciones

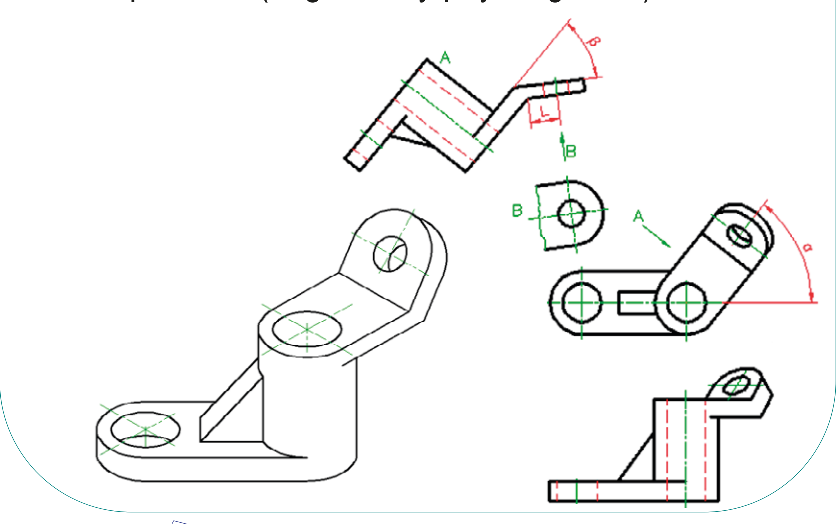


Las típicas equivocaciones que producen tamaños equivocados en los modelos CAD son:

√ Los datos de partida pueden ser incompletos, o pueden contener información implícita

Por ejemplo, si la única información disponible del casquillo con aletas de la figura es la vista pictórica…

…antes de modelar deben dibujarse algunas vistas ortográficas para extraer la información implícita en la vista pictórica (ángulos α y β, y longitud L)



√ Algunas cotas cambian descuidadamente

√ Las unidades están cambiadas

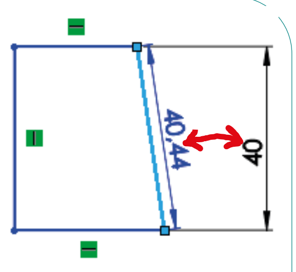
Recomendación:

√ Trabaje para extraer la información disponible en los datos de partida antes de empezar a modelar

Modelo completo

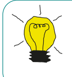
Las típicas equivocaciones que producen tamaños equivocados en los modelos CAD son:

- Los datos de partida pueden ser incompletos, o pueden contener información implícita
- Algunas cotas cambian descuidadamente
  - El editor "inteligente" de cotas puede conmutar inadvertidamente entre dos cotas diferentes cuando lo usa un usuario novato
  - Transferir cotas fomenta los errores



Recomendaciones:

- Evite los cambios indeseados entre cotas oblicuas y cotas horizontales y verticales
- No haga transferencias de cotas innecesarias



No cambie diámetros por radios o viceversa

- Las unidades están cambiadas

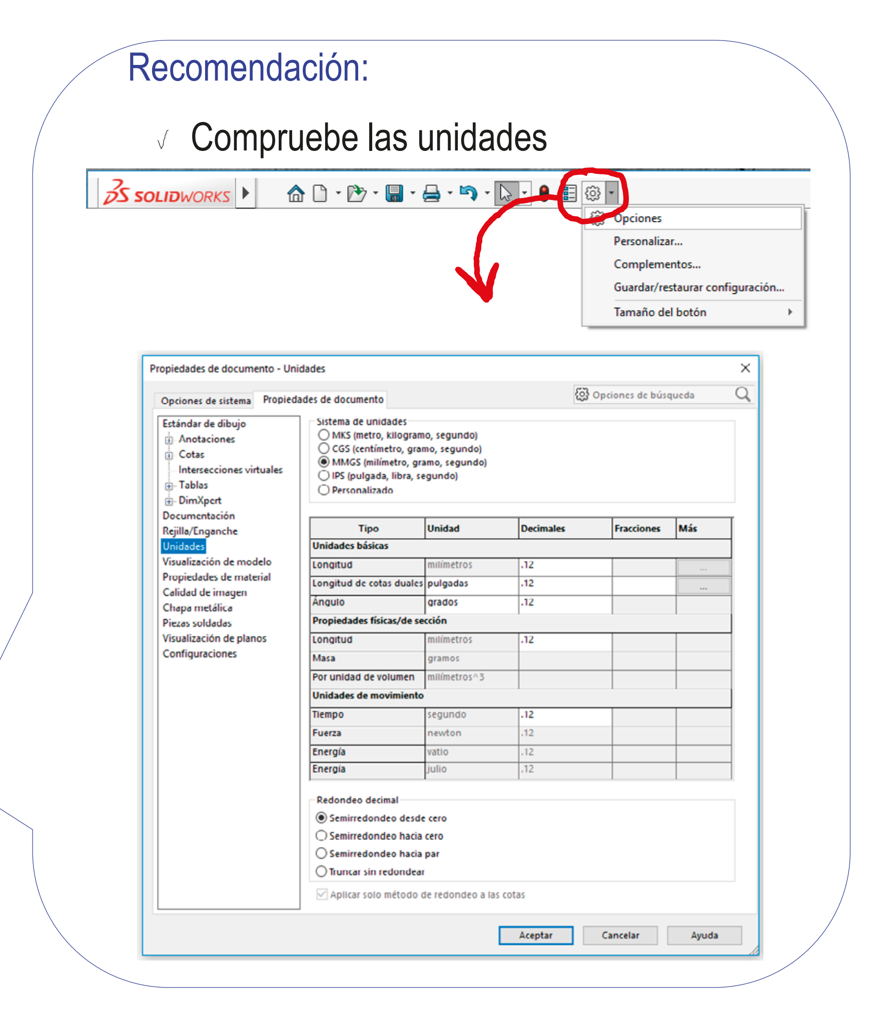
Modelo completo

Las típicas equivocaciones que producen tamaños equivocados en los modelos CAD son:

- Los datos de partida pueden ser incompletos, o pueden contener información implícita
- Algunas cotas cambian descuidadamente
- Las unidades están cambiadas

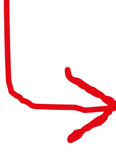
Recomendación:

- Compruebe las unidades



Modelo consistente

Los modelos son reusables si son tolerantes a los cambios, para lo que deben ser consistentes



El modelo es consistente si:

1. Está bien vinculado al sistema de referencia

2. Todas las operaciones de modelado están correctamente fusionadas

ISBN: 978-84-18432-81-1

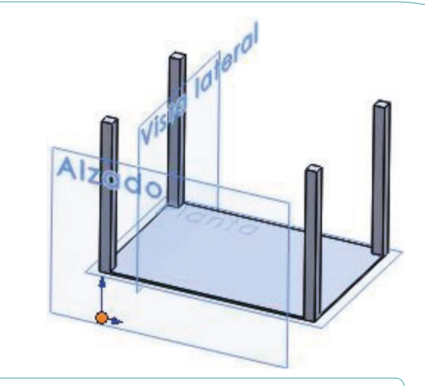
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelo consistente

El modelo está bien vinculado al sistema de referencia si:

1. El modelo está claramente referido al sistema global

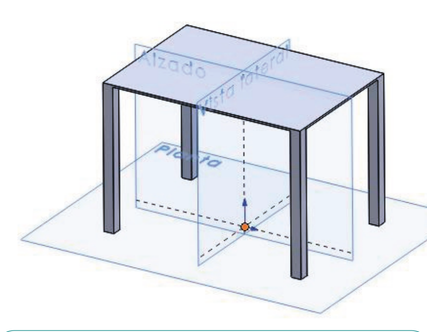
√ La orientación del modelo es consistente con la orientación de la pieza en el mundo real



Recomendación:
√ No modele la pieza cabeza abajo

Evite que otra gente haga suposiciones equivocadas sobre el modelo

√ Se hacen coincidir los planos de simetría con los planos de referencia

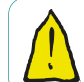


Recomendación:
√ No coloque la pieza desplazada o rotada arbitrariamente

Evita dificultades posteriores al colocar elementos relacionados

¡Simplifica algunas tareas de edición!
¡Simplifica el cálculo de algunas propiedades!

2. La estructura, esqueleto o andamio de la pieza está hecha de datums apropiados

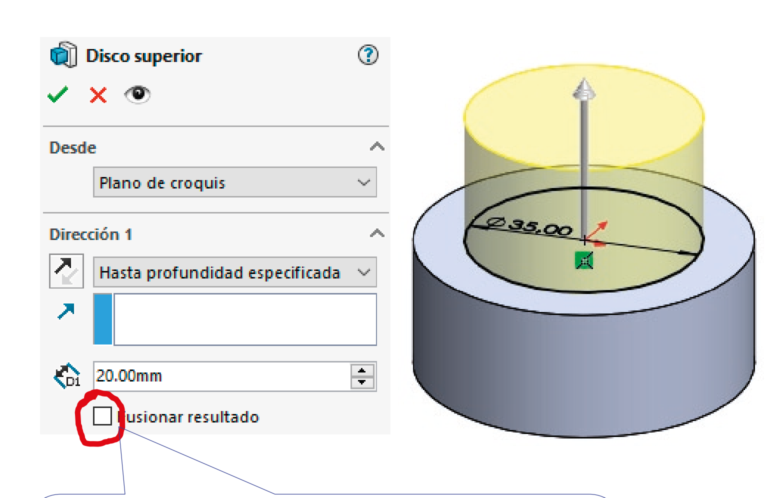

¡Se explica en la lección siguiente!

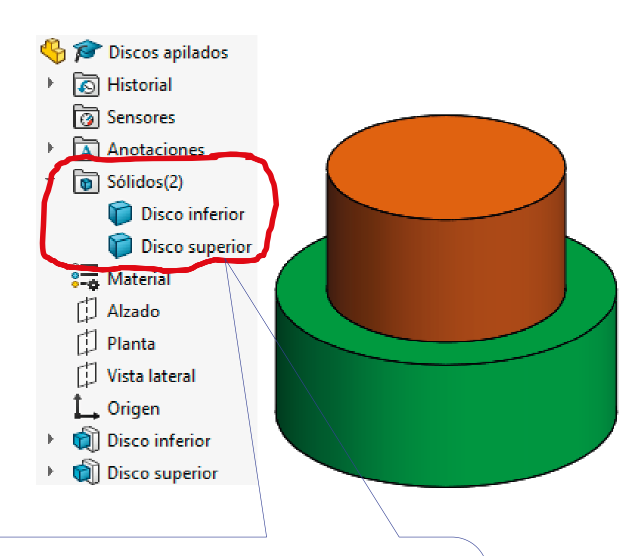
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Usar incorrectamente las opciones de fusionado de las operaciones de modelado puede producir modelos multicuerpo indeseados:





Recomendación:

√ Compruebe que las opciones por defecto para fusionar operaciones funcionan correctamente

Recomendación:

√ Compruebe que el modelo final no incluye un número de sólidos distinto del esperado

Modelo consistente

Introducción
Primitivas
Op. Booleanas
Barrido
Características
Árbol del modelo
Completo
Consistente
Conciso
Rúbrica

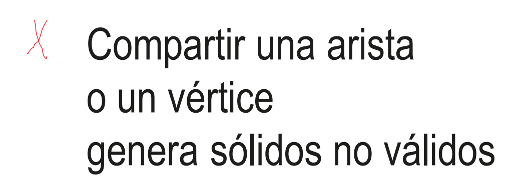


Algunas operaciones booleanas pueden producir:

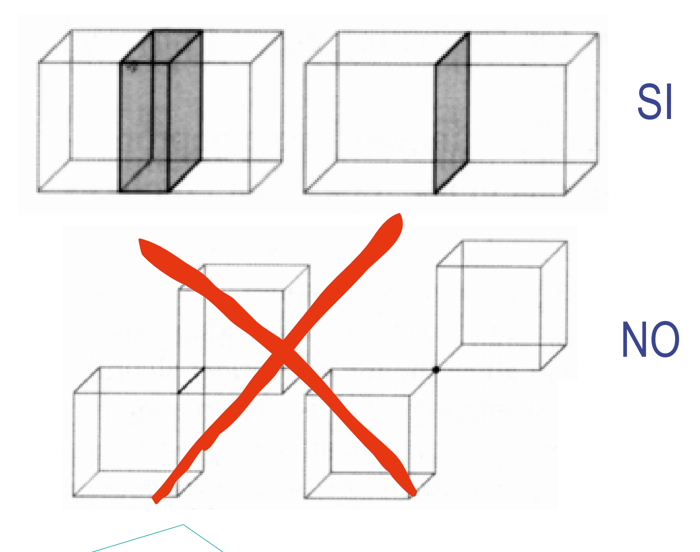
- Modelos no válidos
- Modelos con una forma diferente a la esperada

Se usan diferentes criterios para evitar estos fallos:

- Dos sólidos deben combinarse compartiendo un volumen, o, al menos, una cara



- Compartir una arista o un vértice genera sólidos no válidos



Información detallada sobre modelos válidos se puede encontrar en:

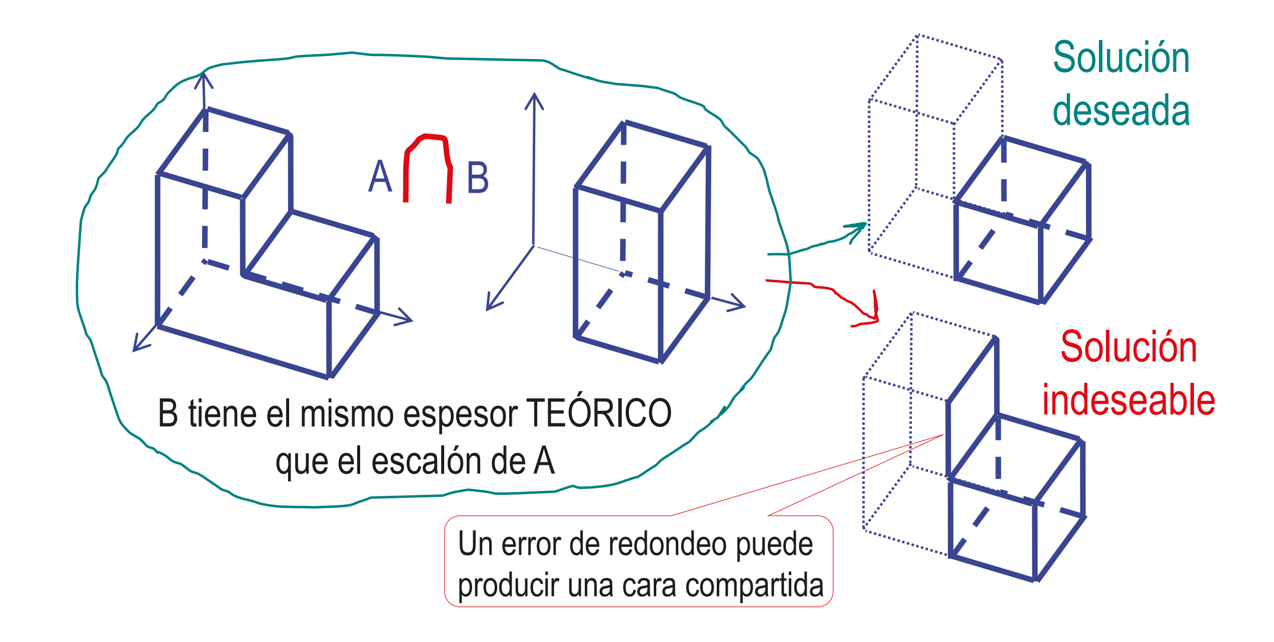
Spatial Docs. Manifold and Non-manifold Objects

http://doc.spatial.com/index.php/Manifold_and_Non-manifold_Objects

Modelo consistente



Pueden producirse errores debidos a redondeos en los cálculos numéricos…



…y pueden reducirse, o eliminarse, mediante buenas prácticas de modelado

¡Ajuste la anchura de B para que coincida con el escalón de A, evitando así el error de redondeo!

Introducción
Primitivas
Op. Booleanas
Barrido
Características
Árbol del modelo
Completo
Consistente
Conciso
Rúbrica

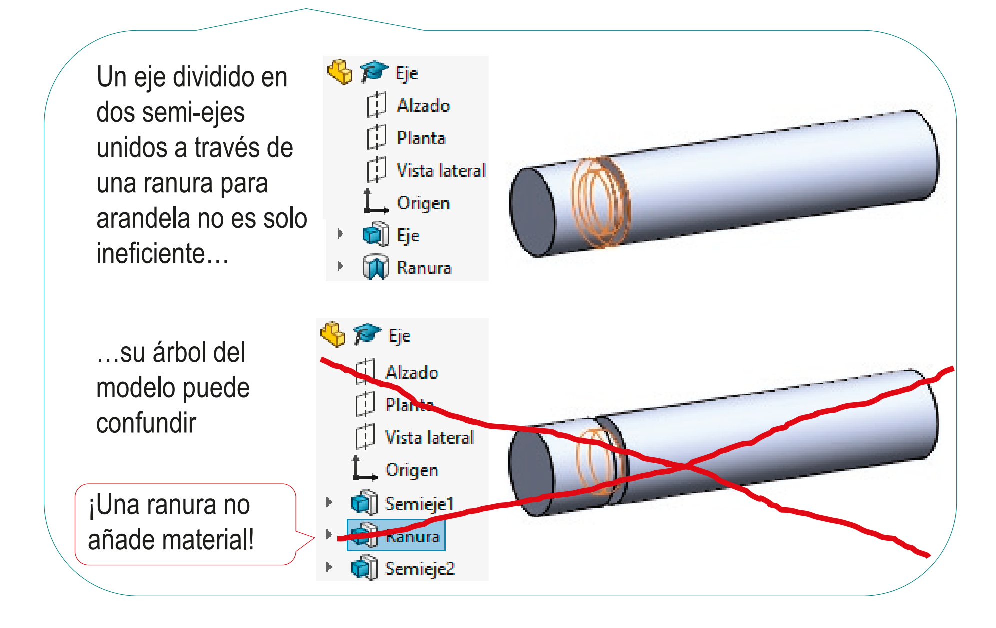
Los modelos CAD son más fáciles de entender y editar si son concisos, es decir:

√ No contienen información fragmentada

Descomponer una extrusión en dos semi-extrusiones produce un árbol del modelo fragmentado

Bloque fragmentado
Alzado
Planta
Vista lateral
Origen
Extruir todo
Extruir delante
extruir detrás

√ No contienen información repetitiva



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelo conciso

Los modelos CAD son más fáciles de entender y editar si son concisos, es decir:

√ No contienen información fragmentada

√ No contienen información repetitiva

Una operación que añade material donde ya está relleno es repetitiva…

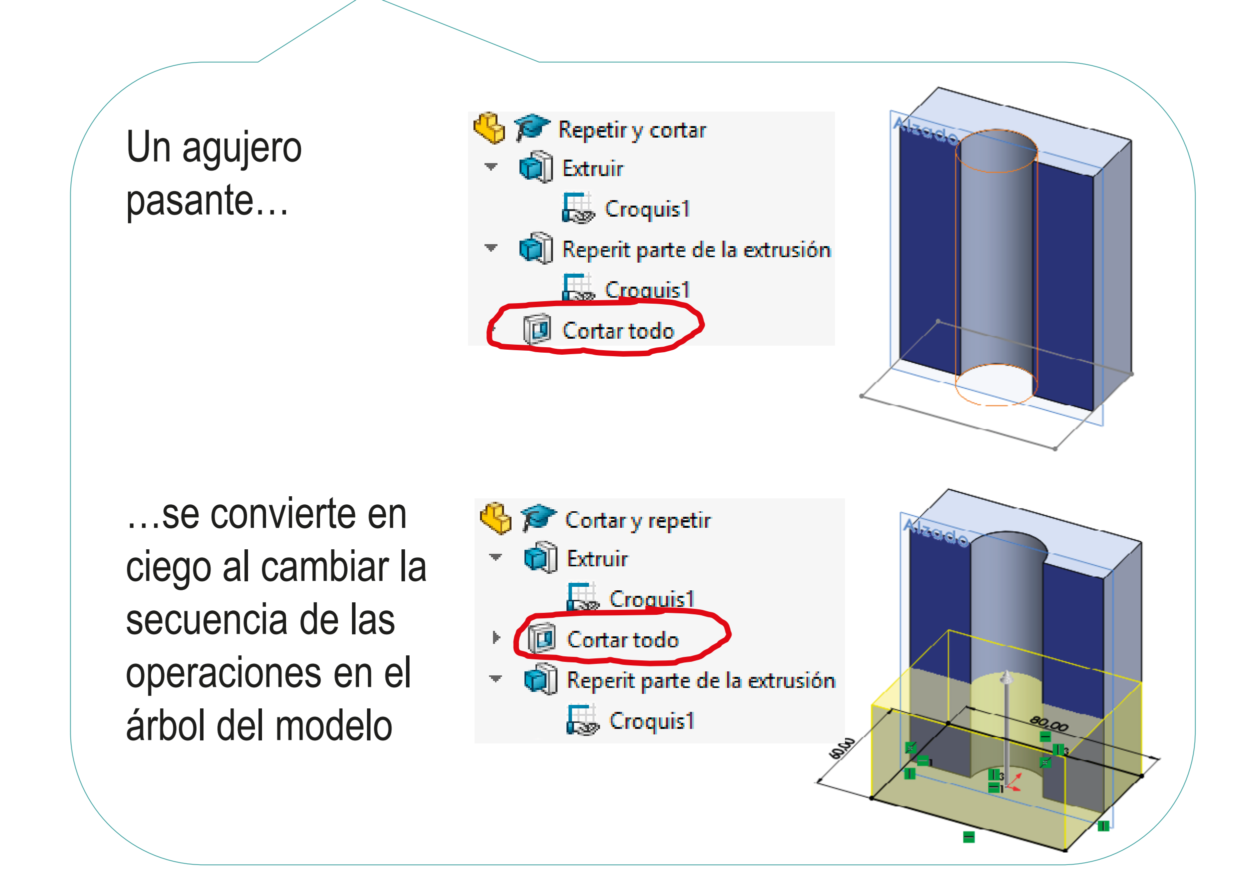


…tanto como una operación que remueve material donde ya estaba vacío

Modelo conciso



Las operaciones repetitivas pueden producir resultados inesperados cuando están intercaladas con otras operaciones



Rúbrica

Introducción
Primitivas
Op. Booleanas
Barrido
Características
Árbol del modelo
Completo
Consistente
Conciso
Rúbrica

Puede comprobar mediante los siguientes criterios de una rúbrica de evaluación si el modelo está completo:

Aunque el desempeño contempla cinco niveles, intente auto-evaluar siempre limitándose a las opciones Si/No

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / siempre
M2	**El modelo está completo**					
M2.1	El modelo replica la forma de la pieza					
M2.1a	El modelo tiene la misma topología (sólido, lámina, cáscara) que la pieza					
M2.1b	El modelo replica la geometría de la pieza					
M2.2	El modelo replica el tamaño de la pieza					
M2.2a	El modelo utiliza las unidades apropiadas					
M2.2b	El modelo replica las medidas de la pieza					

Utilice los sub-criterios si quiere obtener una evaluación más detallada

El criterio visto en la lección anterior para evaluar si el modelo es consistente se amplía para determinar si el modelo es consistente con el sistema de referencia, y si las distintas operaciones de modelado están consistentemente relacionadas:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / Siempre
M3.1	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas, y están completamente restringidos					
M3.1a	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas					
M3.1b	Los perfiles están completamente restringidos					
M3.2a	El modelo está alineado y orientado respecto al sistema global de referencia					
M3.3	Todas las partes del modelo están correctamente fusionadas					

Rúbrica

El criterio visto en la lección anterior para evaluar si los perfiles del modelo son concisos se amplía a las operaciones de modelado:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / Siempre
M4.1a	Los perfiles están libres de restricciones repetitivas o fragmentadas					
M4.1b	El modelo está libre de operaciones de modelado repetitivas o fragmentadas					

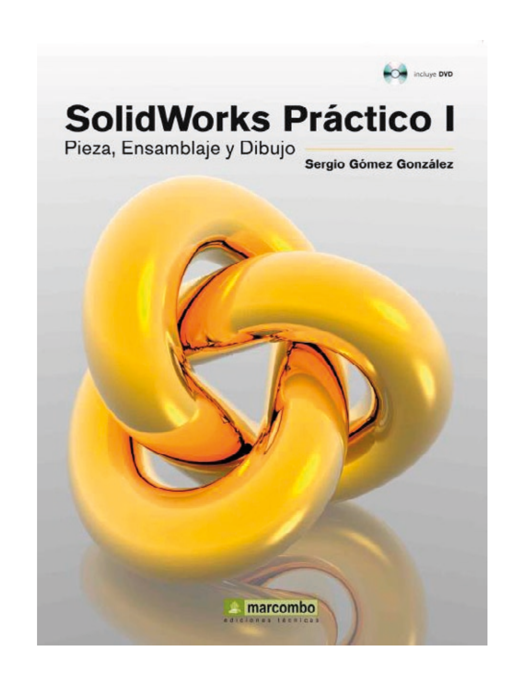
Para repasar

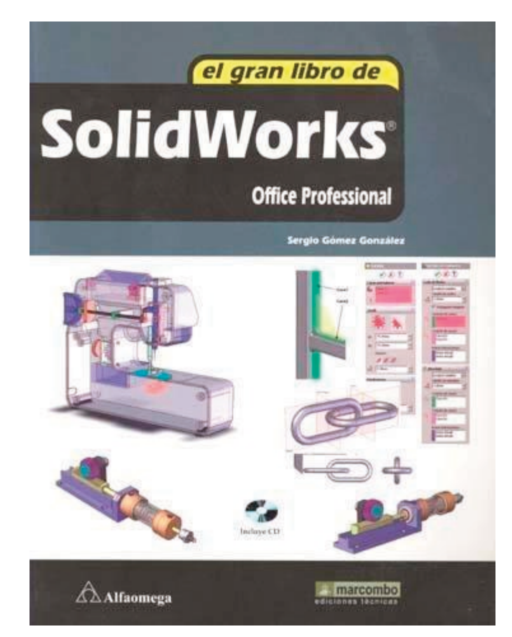
¡Cada aplicación CAD
tiene sus propias peculiaridades
para el proceso de modelado!

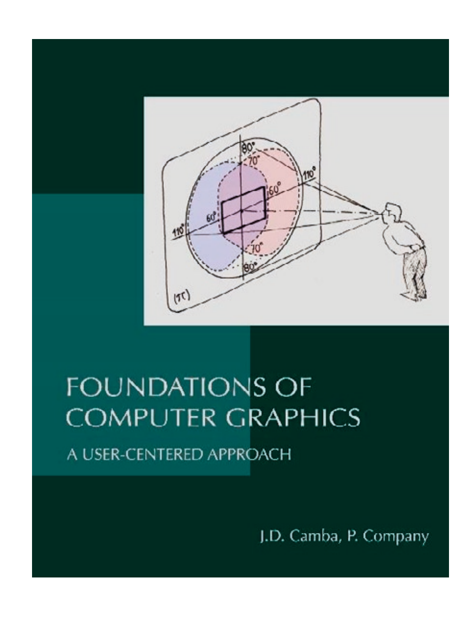
¡Hay que estudiar el manual de la aplicación que se quiere utilizar!



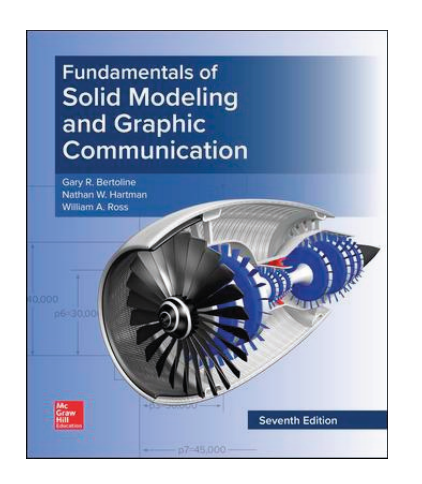
Para repasar



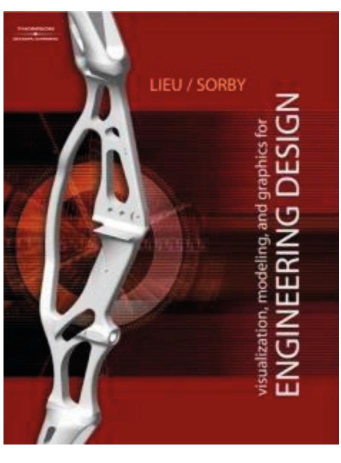




Para repasar



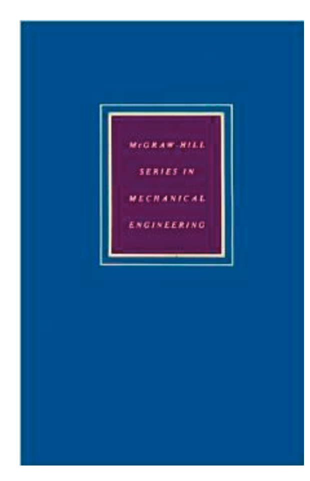
Chapter 4: Feature-Based Modeling



Chapter 6: Solid Modeling



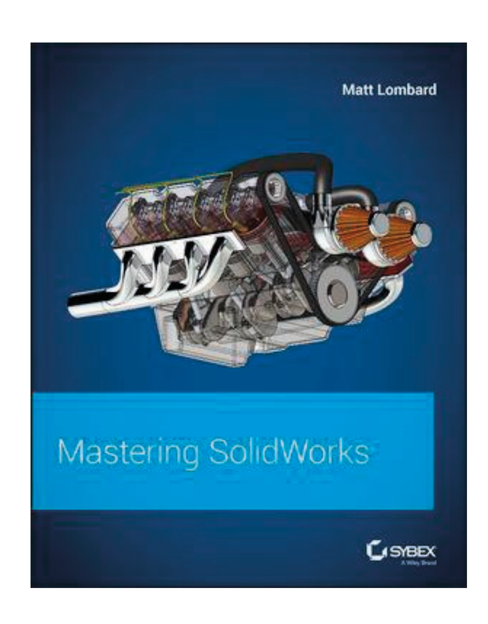
2. La modellazione di parti in SolidWorks



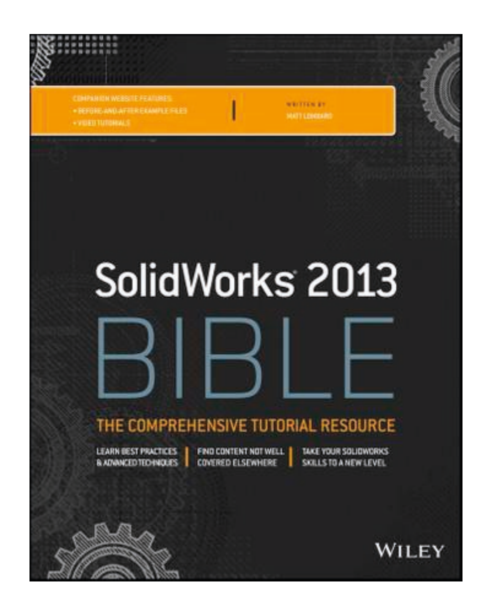
Ibrahim Zeid
CAD/CAM Theory and Practice
McGraw-Hill, 1991

Chapter 7. Types and Mathematical Representations of Solids

Para aprender más



Chapter 4: Creating Simple Parts and Drawings



Chapter 4: Creating Simple Parts and Drawings

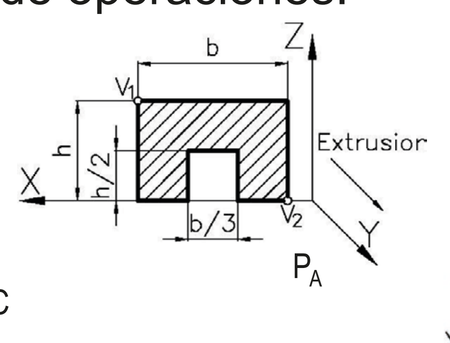
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea

Para construir el tocho preconformado de una zapata deslizante se realiza la siguiente secuencia de operaciones:

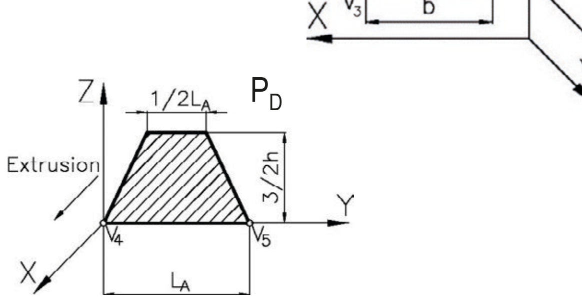
√ Se obtiene una parte A extruyendo el perfil P_A una longitud L_A= 60 mm, siendo b= 30 mm y h=20 mm



√ La parte B se obtiene por extrusión (de longitud L_B= 1/6 L_A) del perfil P_B

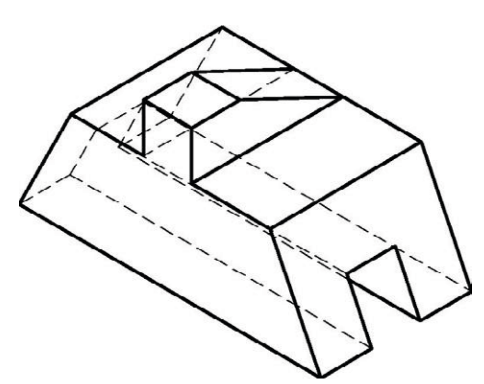
√ Por unión de las partes A y B, se obtiene la parte C

La unión se hace de forma que el punto medio de la arista generada por el vértice V_3 se sitúe sobre el punto medio de la arista generada por el vértice V_1



√ Por extrusión del perfil P_D, se obtiene la parte D, con una longitud de extrusión b

√ La pieza final se obtiene por intersección de las partes C y D, situando la parte D de forma que los extremos de la arista generada por el vértice V_2 coincidan con los vértices V_4 y V_5



Tarea:

Obtenga el modelo sólido del tocho

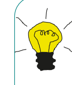
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

La estrategia consiste en:

1 Dibuje esquemáticamente el proceso de modelado utilizado para describir la pieza



¡cuando se tiene experiencia se puede saltar directamente al paso 2!

2 Seleccione las opciones de modelado que reproduzcan más fielmente el proceso de modelado descrito

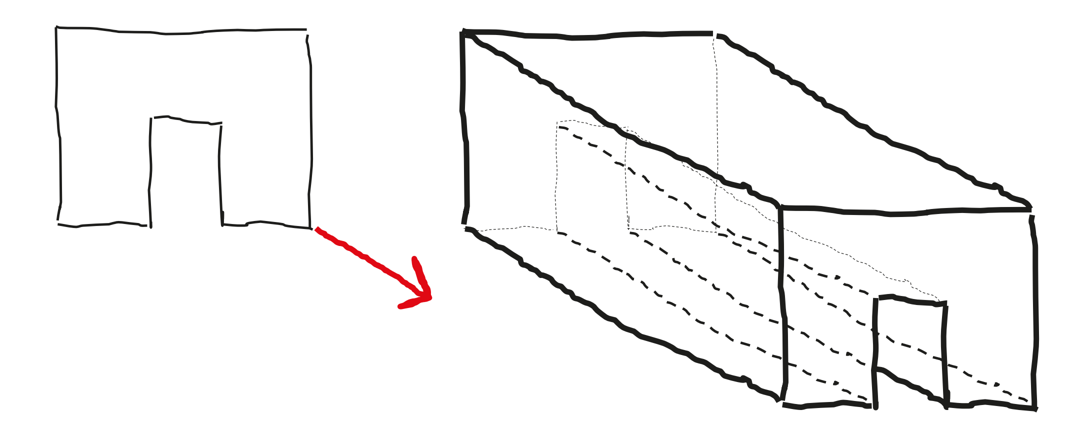
3 Obtenga el modelo siguiendo la secuencia de modelado elegida

ISBN: 978-84-18432-81-1

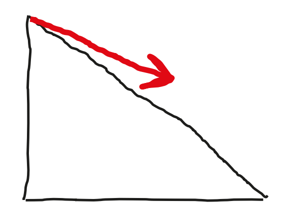
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

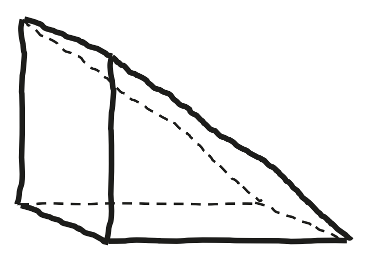
El esquema del proceso de creación de la zapata es:

√ La primera operación es un barrido de extrusión a partir de un perfil en forma de U invertida



√ La segunda operación también es un barrido de extrusión, a partir de un perfil en forma de triángulo





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Esquema

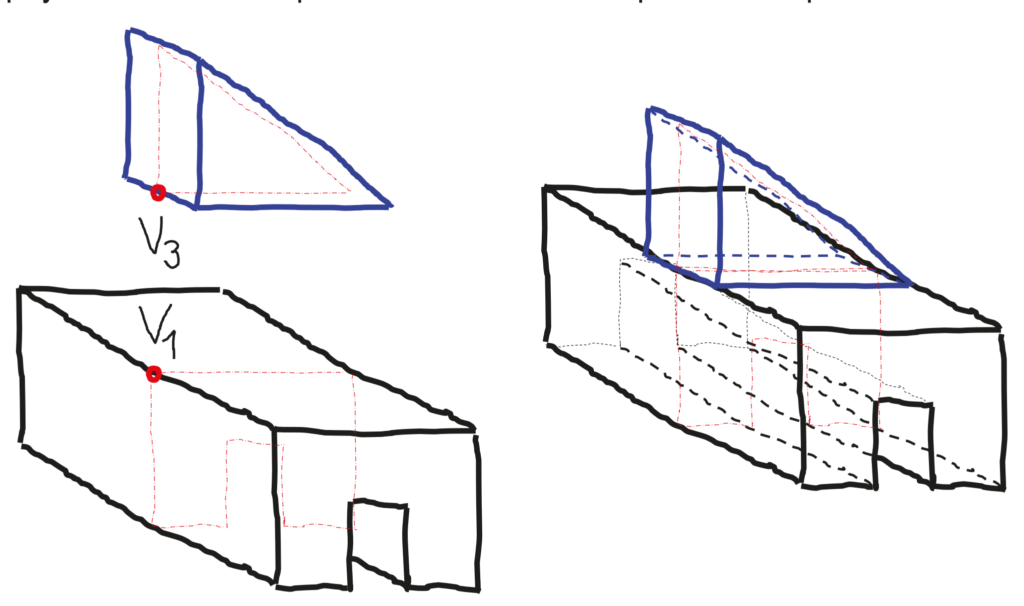
√ La tercera operación es la unión de los dos sólidos anteriores, respetando las siguientes limitaciones

- √ Los dos sólidos deben respetar las orientaciones respecto al sistema de referencia
- √ La unión debe hacer coincidir los vértices V_1 y V_3

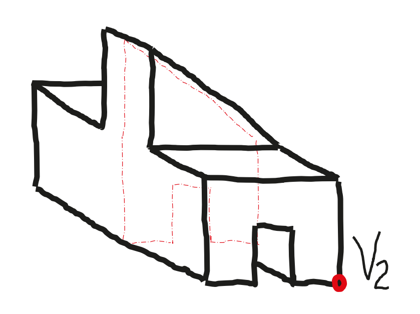


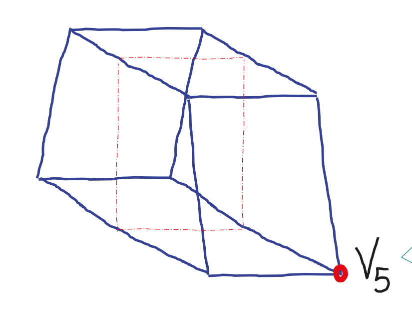
Buscamos limitaciones equivalentes, apropiadas para modelar mediante barrido:

- √ Hacer coincidir los planos de simetría de ambas partes
- √ "Apoyar" la base de la parte B sobre la cara superior de la parte A



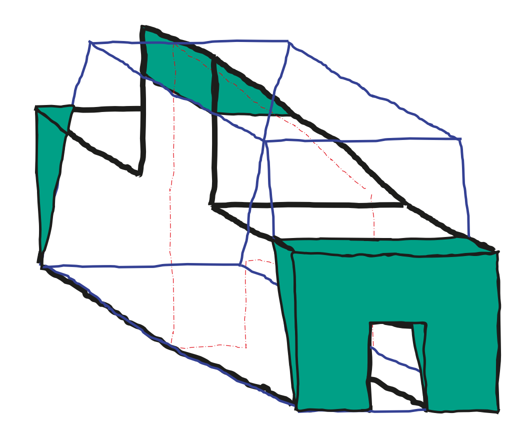
√ La cuarta operación consiste en intersectar el sólido anterior con una parte prismática de sección trapezoidal





Hacer coincidir los vértices es equivalente a hacer coincidir los planos de simetría de ambas partes

La operación es equivalente a restar, o "cortar" del sólido, todo lo que quede fuera del prisma trapezoidal



Ejecución: Modelo

Tarea

Estrategia

Ejecución

Esquema

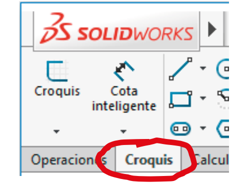
Modelo

Conclusiones

Evaluación

Seleccione la vista lateral para croquizar el perfil de U invertida:

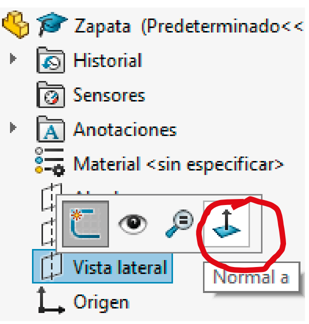
√ Seleccione la pestaña *Croquis*

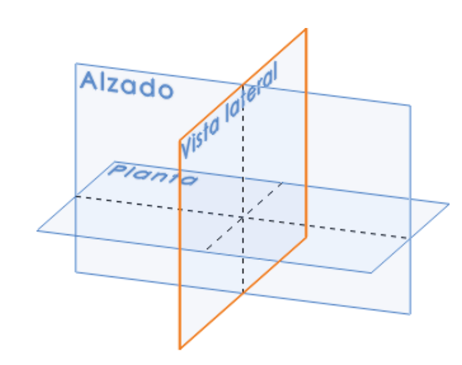


√ Escoja la vista lateral como plano de referencia para croquizar

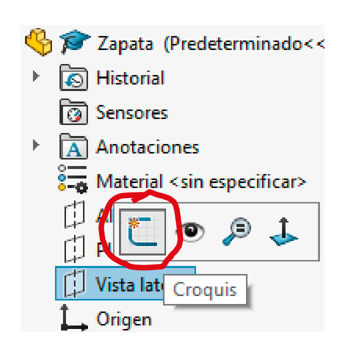
√ En el menú contextual escoja *Normal a*

El plano queda situado paralelo a la pantalla

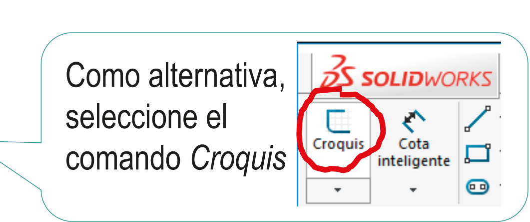




√ Escoja *Croquis* para dibujar en el plano seleccionado

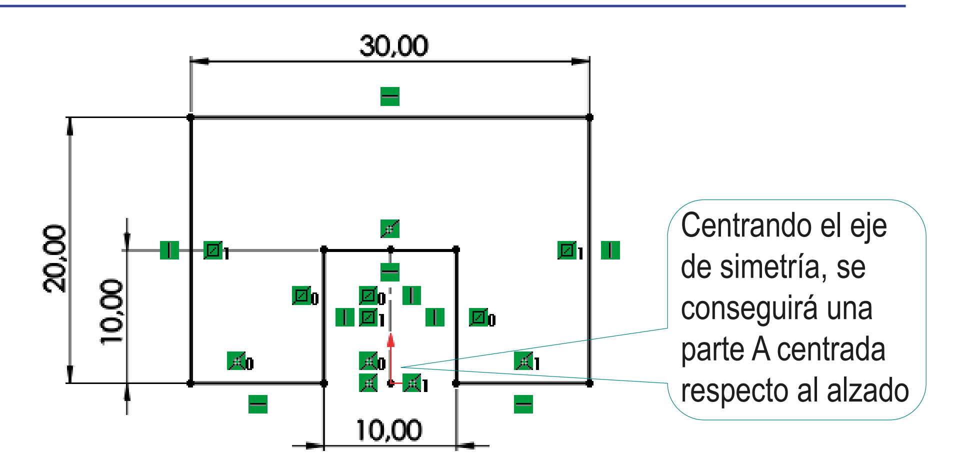


Como alternativa, seleccione el comando *Croquis*



Dibuje el perfil de U invertida de la parte A:

- √ Dibuje el contorno en forma de U invertida
- √ Añada las restricciones necesarias



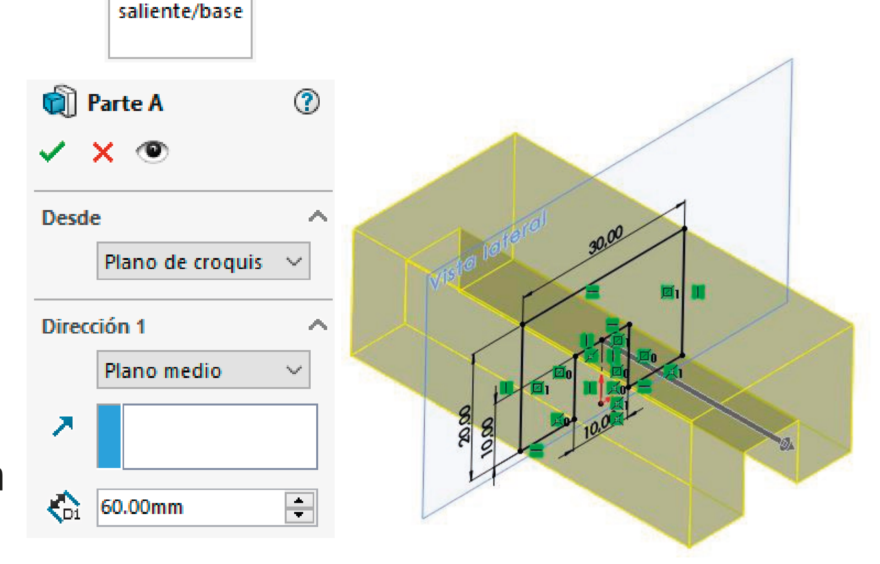
Extruya para obtener la parte A:

Extruir saliente/base

- √ Seleccione el comando *Extruir*
- √ Seleccione el croquis
- √ Seleccione la opción *Plano medio*

La parte A quedará simétrica respecto al plano del perfil

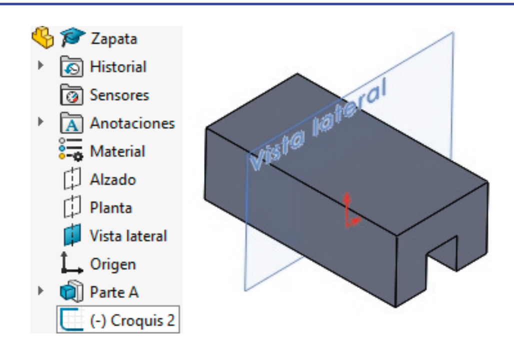
- √ Escriba la longitud de extrusión



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

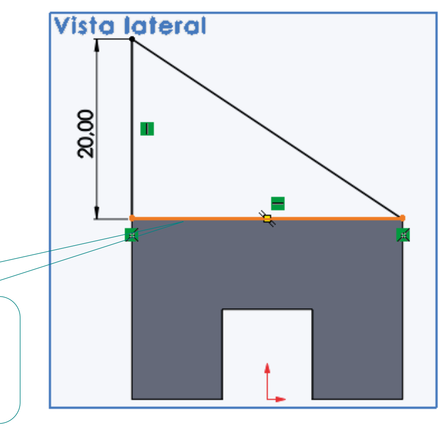
Seleccione la vista lateral como plano de croquis

Así, la parte B quedará centrada respecto a la parte A



Dibuje el perfil triangular de la parte B

Haga coincidir la base del triángulo con el borde superior de la U invertida



Al extruir, las dos partes en contacto se podrán fusionar

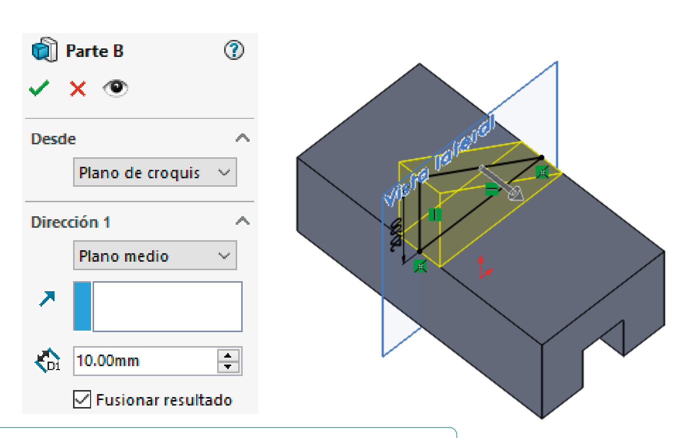
Extruya para obtener la parte B:

- √ Seleccione el comando *Extruir*
- √ Seleccione el croquis triangular
- √ Seleccione la opción *Plano medio*

  La parte B quedará simétrica respecto al plano del perfil

- √ Escriba la longitud de extrusión
- √ Seleccione *Fusionar resultado*

Extruir saliente/base



Se obtiene la parte C, como unión de A y B

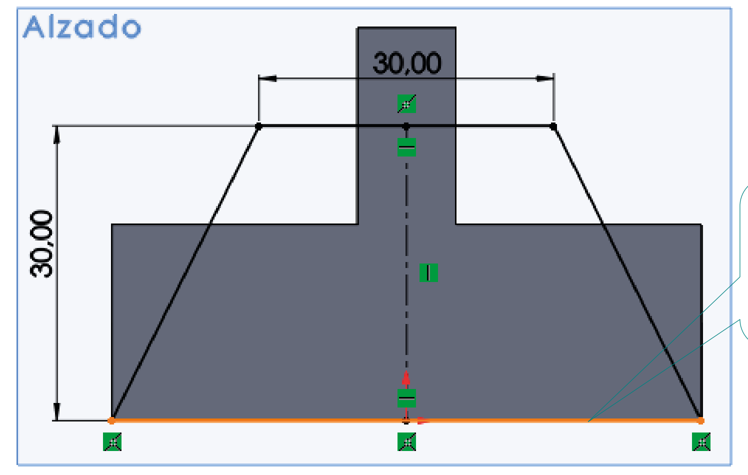
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Modelo

Seleccione el alzado como plano de croquis

Dibuje el perfil trapezoidal de la parte D



Haga coincidir la base del trapecio con el borde inferior de la parte C

Al extruir, las dos partes en contacto se podrán fusionar

Extruya para restar la parte D:

√ Seleccione *Extruir corte*

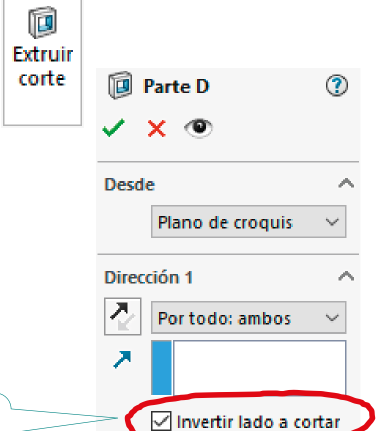
√ Seleccione el croquis trapezoidal

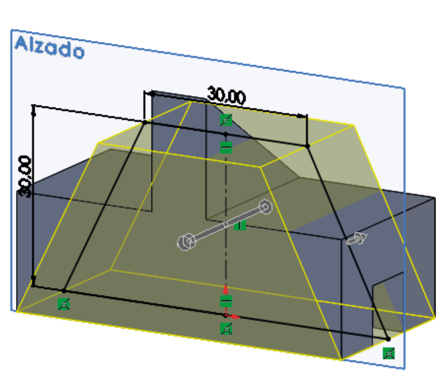
√ Seleccione *Por todo: ambos*

La parte D restará a toda la parte C, por ambos lados

√ Seleccione *Invertir lado a cortar*

Se restará la parte exterior, conservando el interior al trapecio





Conclusiones

1 Para modelar mediante operaciones de barrido sucesivas, hay que descomponer las piezas finales en partes más simples

Partes susceptibles de modelarse mediante barridos

2 Luego hay que modelar esas partes simples, siguiendo una secuencia inversa a la de descomposición

El árbol del modelo se construye desde las ramas hacia el tronco

3 Durante todo el proceso hay que elegir apropiadamente el emplazamiento de cada parte…

…para que al combinarse mediante operaciones Booleanas queden colocadas en las posiciones relativas que permiten crear el sólido buscado

Por defecto, las combinaciones son simultáneas al proceso de barrido

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Evalúe si el modelo es válido:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / Siempre
M1	**El modelo es válido**					
M1.1	El modelo puede ser encontrado					
M1.2	El modelo puede ser abierto					
M1.3	El modelo puede ser usado					

- √ Guarde el fichero, y compruebe que es capaz de encontrarlo
- √ Compruebe que tiene el nombre correcto
- √ Compruebe que es capaz de re-abrirlo
- √ Compruebe que el fichero no contiene errores
- √ Compruebe que el fichero se abre en estado neutro (todos los menús están disponibles y no hay ningún comando en progreso)

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evalúe si el modelo está completo:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / siempre
M2	**El modelo está completo**					
M2.1	El modelo replica la forma de la pieza					
M2.1a	El modelo tiene la misma topología (sólido, lámina, cáscara) que la pieza					
M2.1b	El modelo replica la geometría de la pieza					
M2.2	El modelo replica el tamaño de la pieza					
M2.2a	El modelo utiliza las unidades apropiadas					
M2.2b	El modelo replica las medidas de la pieza					

√ Compruebe que el cuerpo es sólido

Active la herramienta de *Vista de sección*, para comprobar que el interior es macizo



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

Tarea

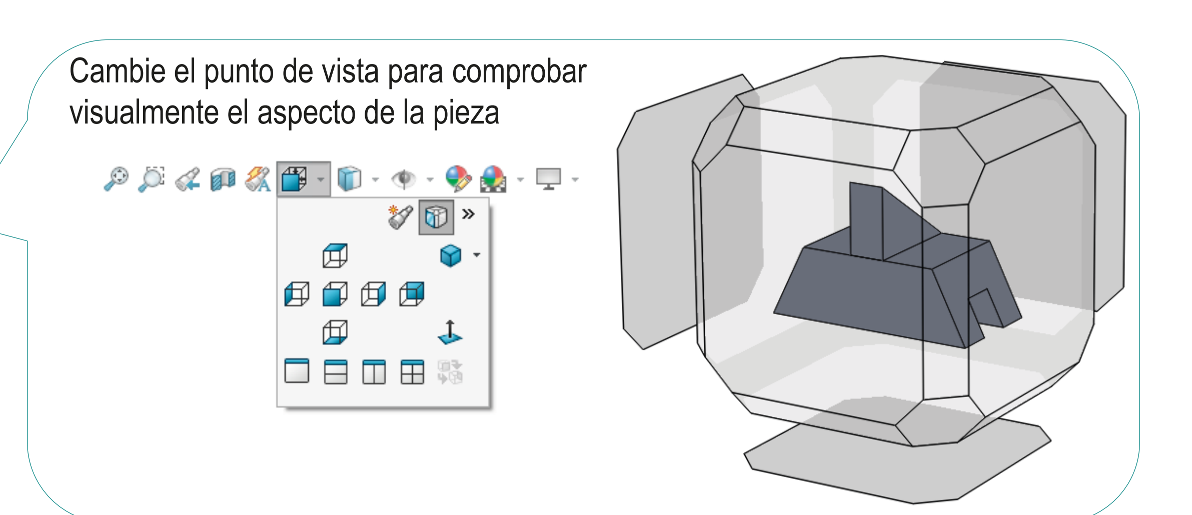
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

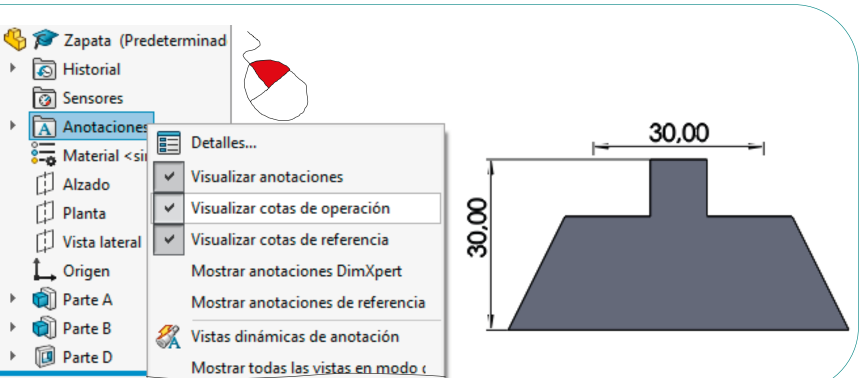
Evaluación

- Compruebe que el sólido tiene la forma deseada



- Compruebe que las dimensiones son correctas

Revise los croquis, o *Visualice la cotas*, para comprobar las medidas del modelo



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Los criterios para evaluar si el modelo es consistente son:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / Siempre
M3.1	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas, y están completamente restringidos					
M3.1a	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas					
M3.1b	Los perfiles están completamente restringidos					
M3.2a	El modelo está alineado y orientado respecto al sistema global de referencia					
M3.3	Todas las partes del modelo están correctamente fusionadas					

√ Revise y analice los perfiles, para comprobar que tengan las líneas necesarias

Puede asumir que no hay líneas sueltas en los perfiles si las operaciones de barrido han producido el resultado esperado

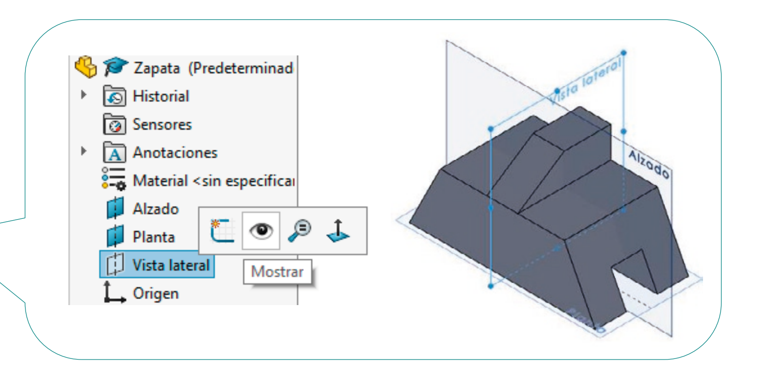
√ Compruebe que los perfiles, estén marcados como completamente restringidos

Compruebe que los nombres de los perfiles en el árbol del modelo no van precedidos del prefijo (-)

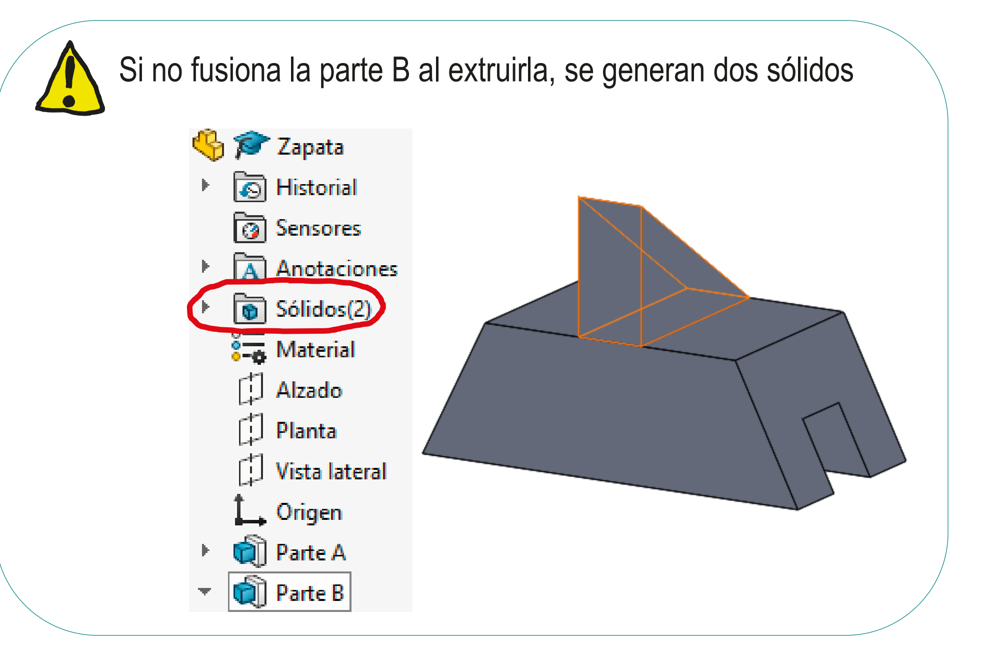
Zapata
Origen
Parte A
Croquis1
Parte B
Croquis2
Parte D
Croquis3

Evaluación

√ Visualice los planos de referencia para comprobar que el modelo está centrado



√ Compruebe que las partes se han fusionado, y el resultado es un único sólido



Evaluación

Los criterios para evaluar si el modelo es conciso son:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / Siempre
M4.1a	Los perfiles están libres de restricciones repetitivas o fragmentadas					
M4.1b	El modelo está libre de operaciones de modelado repetitivas o fragmentadas					

√ Siga el procedimiento mostrado en el Ejercicio 1.0.1 para revisar las restricciones de los perfiles

Compruebe que las restricciones sirvan para definir:

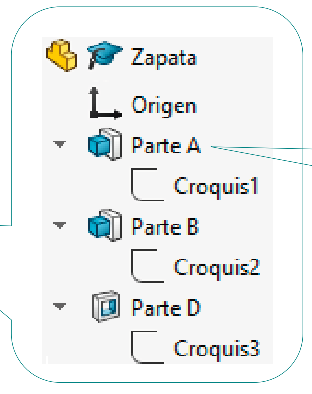
√ Forma

√ Tamaño

√ Posición

√ Inclinación

√ Revise el árbol del modelo, para comprobar que no hay operaciones repetidas o superfluas



Etiquetar las operaciones ayuda a comprobar que son correctas

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

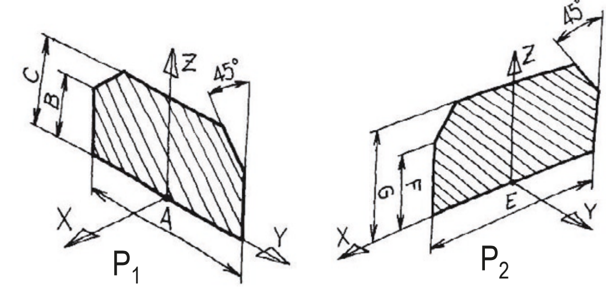
Ejercicio 1.3.2. Tapa ranurada

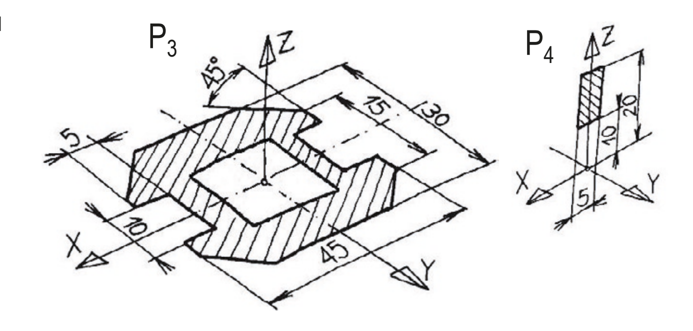
Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Para construir una tapa ranurada se requiere la siguiente secuencia de operaciones:

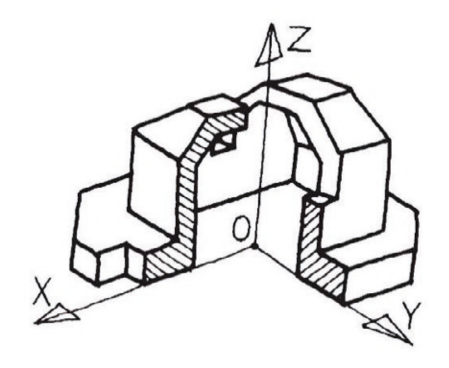
- √ Obtenga V_1 extruyendo 15 mm en cada sentido del eje X el perfil P_1 (con dimensiones A= 20, B= 14 y C= 18)
- √ Obtenga V_2 extruyendo 10 mm en cada sentido del eje Y el perfil P_2 (con dimensiones E= 30, F= 14 y G= 18)
- √ Obtenga V_3 por intersección de V_1 y V_2
- √ Obtenga V_4 extruyendo 12 mm en cada sentido del eje X el perfil P_1 (con dimensiones A= 14, B= 11 y C= 15)
- √ Obtenga V_5 extruyendo 7 mm en cada sentido del eje Y el perfil P_2 (con dimensiones E= 24, F= 11 y G= 15)
- √ Obtenga V_6 por intersección de V_4 y V_5
- √ Obtenga V_7 restando V_6 de V_3
- √ Obtenga V_8 extruyendo 5 mm en sentido Z positivo el perfil P_3 (con dimensiones del rectángulo interno de 20 x 30 mm)
- √ Obtenga V_9 por suma de V_7 y V_8
- √ Obtenga V_{10} extruyendo P_4 10 mm en ambos sentidos del eje Y
- √ Obtenga la tapa ranurada restando V_9 - V_{10}





Tarea:

Obtenga el modelo sólido de la tapa



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Tarea

Estrategia

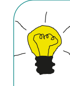
Ejecución

Conclusiones

Evaluación

La estrategia consiste en:

1 Dibuje esquemáticamente el proceso de modelado utilizado para describir la pieza



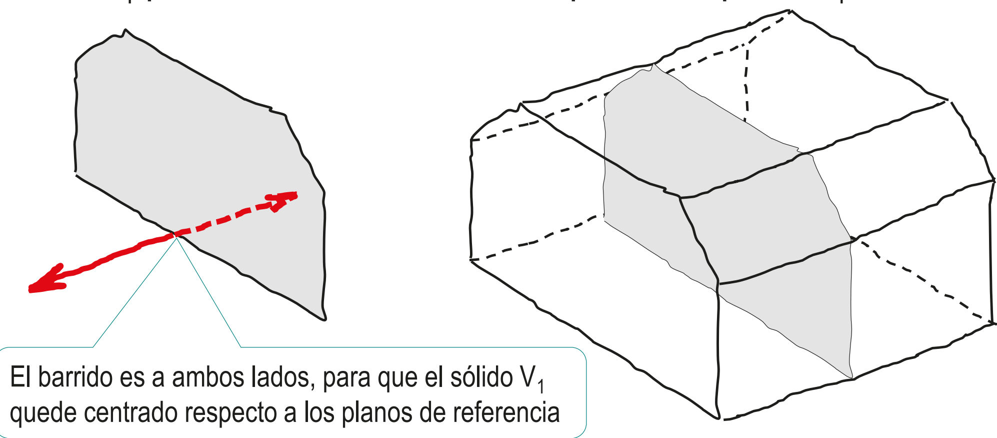
¡cuando se tiene experiencia se puede saltar directamente al paso 2!

2 Seleccione las opciones de modelado que reproduzcan más fielmente el proceso de modelado descrito

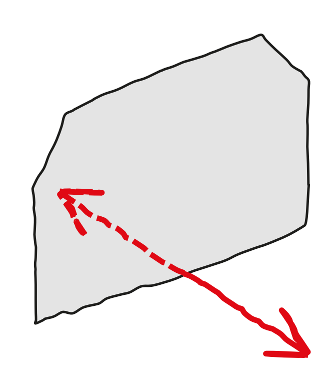
3 Obtenga el modelo siguiendo la secuencia de modelado elegida

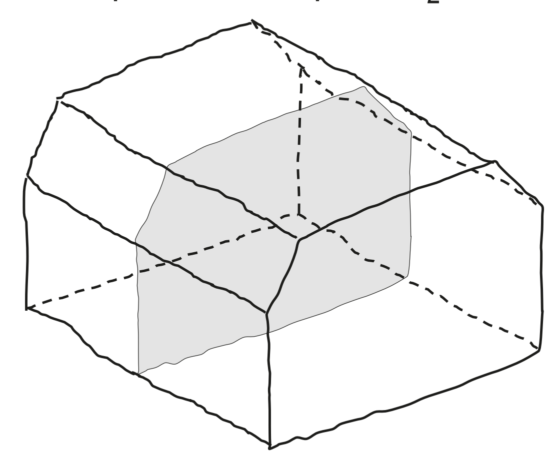
El esquema del proceso de creación de la tapa es:

√ Se obtiene V_1 por barrido de extrusión a partir del perfil P_1



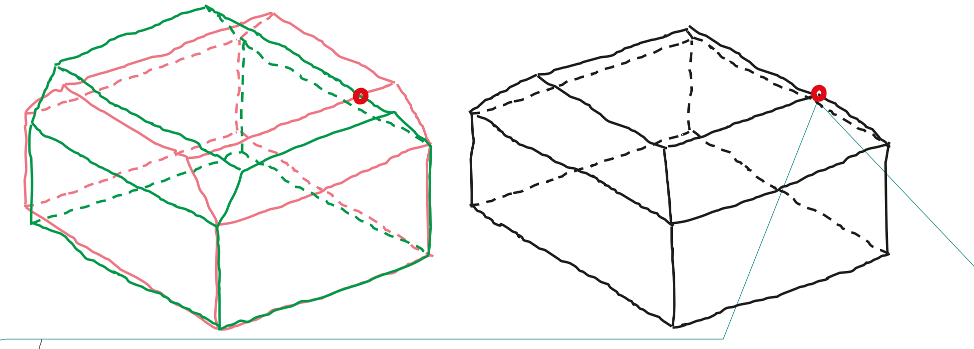
√ Se obtiene V_2 por barrido de extrusión, a partir de del perfil P_2





Ejecución: Esquema

√ La intersección de V_1 y V_2 produce V_3





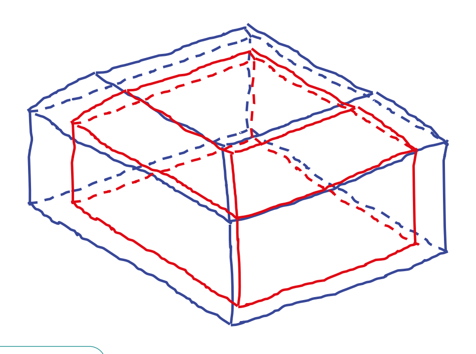
Dado que cada uno de los dos sólidos de partida tiene achaflanadas dos de las aristas superiores…

…su intersección es equivalente a achaflanar las cuatro aristas

√ Los volúmenes 3 y 4 son semejantes a los volúmenes 1 y 2, y su intersección es semejante a V_3

√ Al restar V_6 de V_3 se obtiene una cáscara

¡La cáscara mantiene el espesor en las partes achaflanadas!



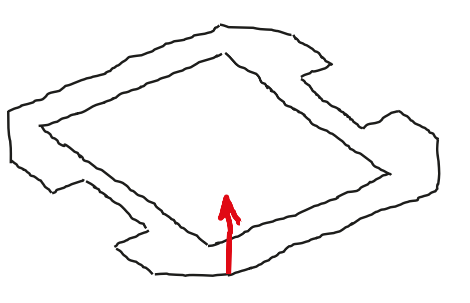
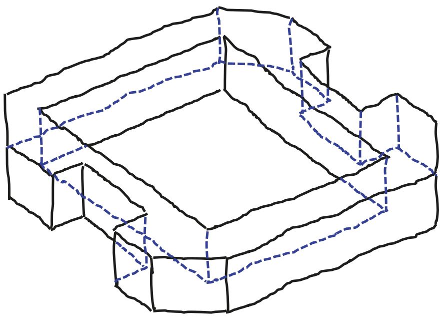
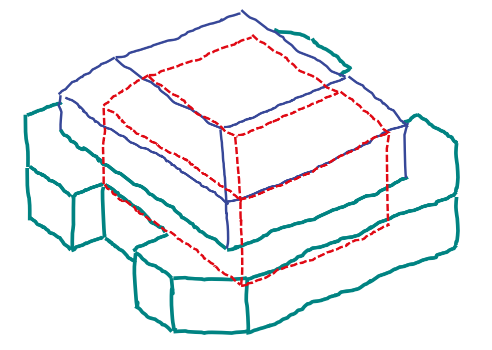
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

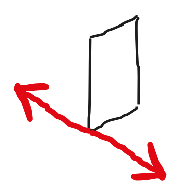
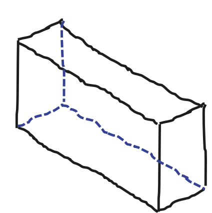
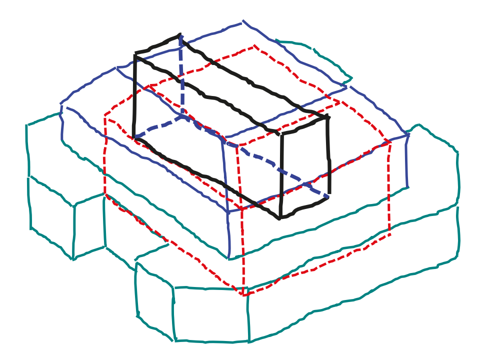
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Esquema

√ El barrido de P_3 produce el sólido V_8, que se suma al sólido anterior

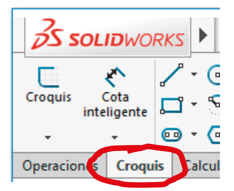




√ El barrido de P_4 produce el sólido V_9, que se resta del sólido anterior

Seleccione el alzado para croquizar el perfil P_1:

√ Seleccione la pestaña *Croquis*

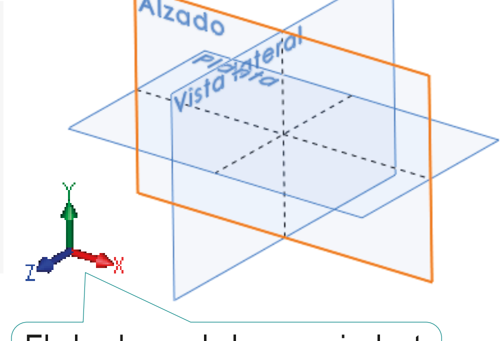


√ Escoja el *Alzado* como plano de referencia para croquizar

√ En el menú contextual escoja *Normal a*

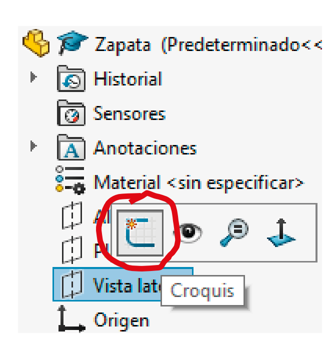
El plano queda situado paralelo a la pantalla



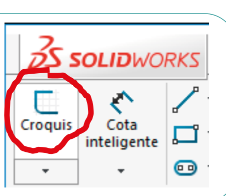


El alzado es el plano equivalente al plano YZ del perfil P_1

√ Escoja *Croquis* para dibujar en el plano seleccionado



Como alternativa, seleccione el comando *Croquis*



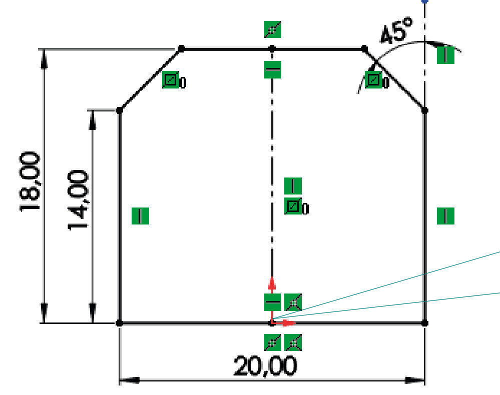
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Dibuje el perfil P_1 :

√ Dibuje el contorno

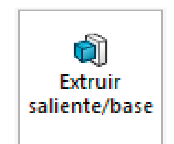
√ Añada las restricciones necesarias



Centrando el eje de simetría, se conseguirá un volumen V_1 centrado respecto a la vista lateral

Extruya para obtener V_1:

√ Seleccione el comando *Extruir*

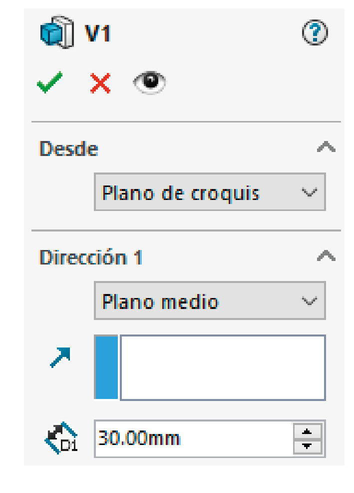


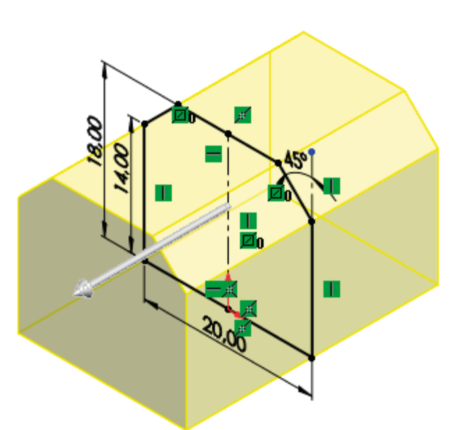
√ Seleccione el croquis P_1

√ Seleccione la opción *Plano medio*

V_1 quedará simétrico respecto al alzado

√ Escriba la longitud de extrusión





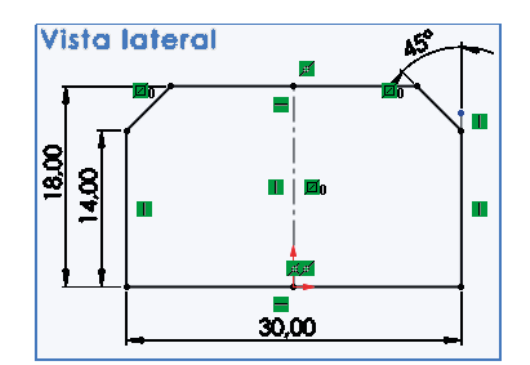
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Modelo

Obtenga V_2 de manera similar:

- Seleccione la *Vista lateral* como plano de croquis
- Dibuje el contorno P_2
- Añada las restricciones necesarias

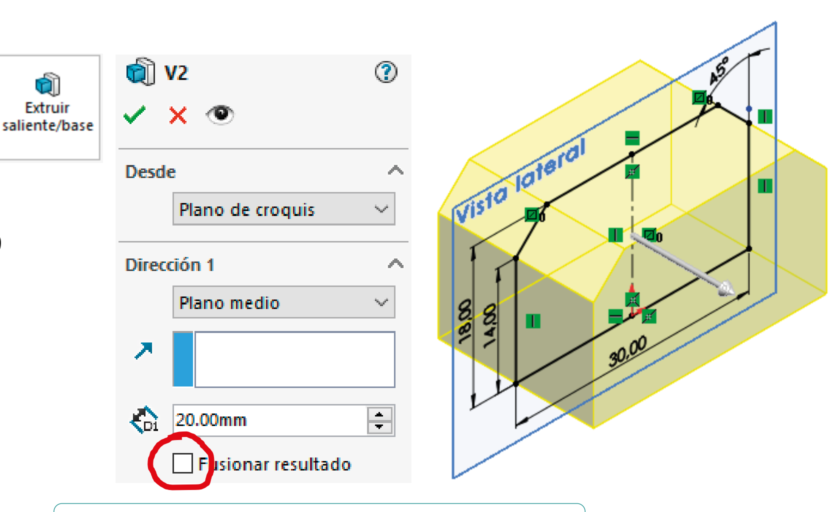


- Seleccione el comando *Extruir*
- Seleccione el croquis P_2
- Seleccione la opción *Plano medio*

La parte B quedará simétrica respecto al plano del perfil

- Escriba la longitud de extrusión
- No seleccione *Fusionar resultado*

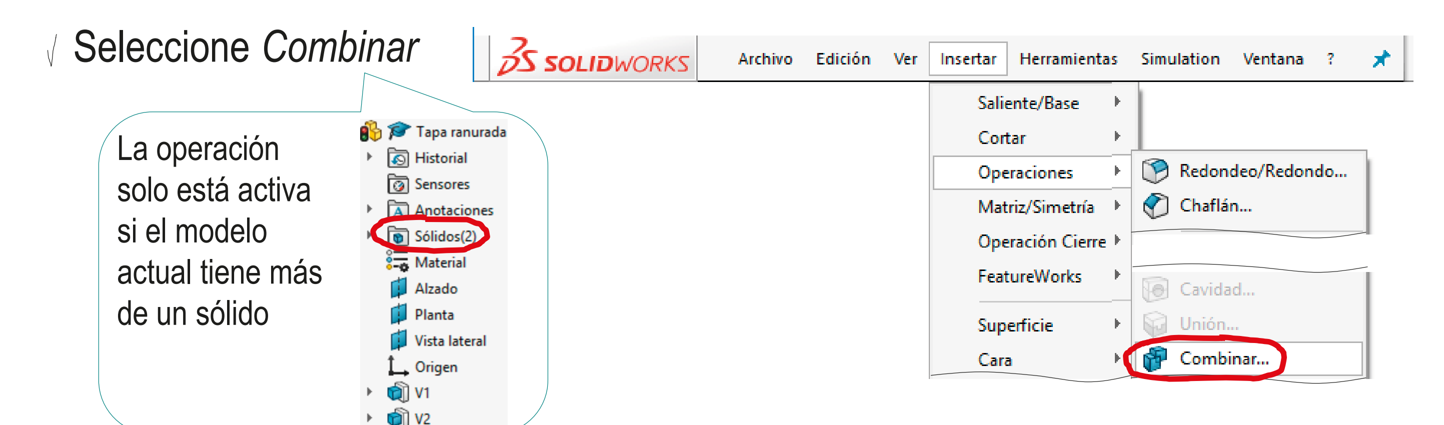
Se obtienen dos sólidos independientes



Ejecución: Modelo

Combine V_1 y V_2 para obtener la intersección V_3 :

√ Seleccione *Combinar*

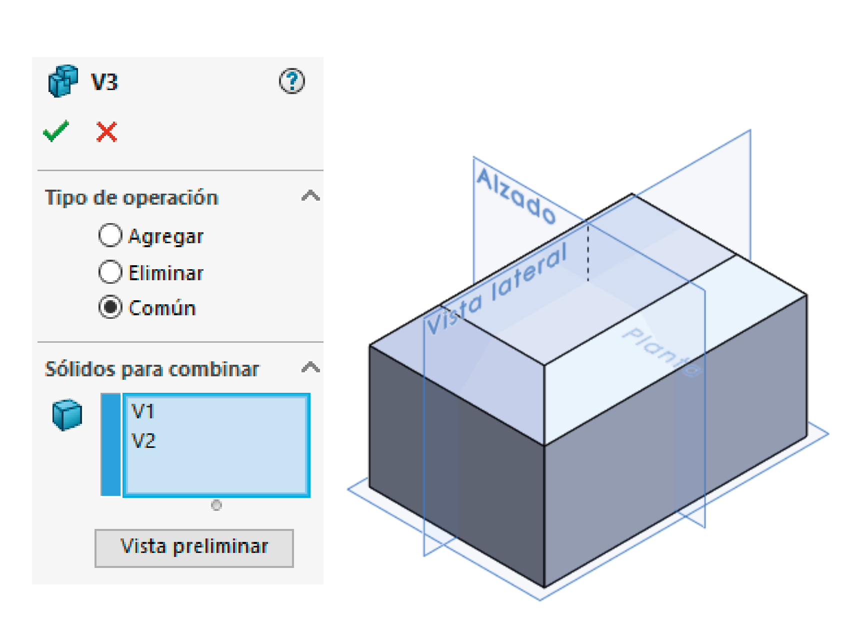


La operación solo está activa si el modelo actual tiene más de un sólido

√ Seleccione *Común*

√ Seleccione ambos sólidos

Puede que tenga que cambiar el punto de vista, o el modo de visualización, para poder señalar el sólido interno



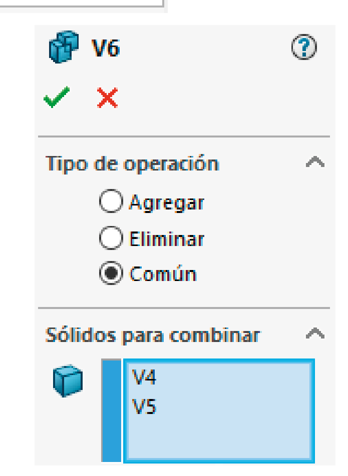
ISBN: 978-84-18432-81-1

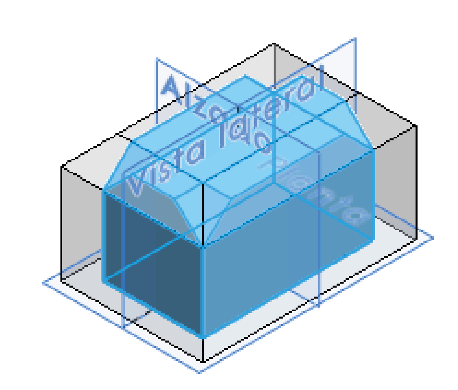
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

De forma similar, obtenga V_4 y V_5 para combinarlos en V_6 :

- Obtenga V_4 por extrusión de P_1 con las medidas reducidas
- Obtenga V_5 por extrusión de P_2 con las medidas reducidas
- Seleccione *Combinar*
- Seleccione *Común*
- Seleccione ambos sólidos

Puede que tenga que cambiar el punto de vista, o el modo de visualización, para poder señalar el sólido interno





ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Modelo

Ahora, combine V_3 y V_6 para obtener la cáscara V_7 :

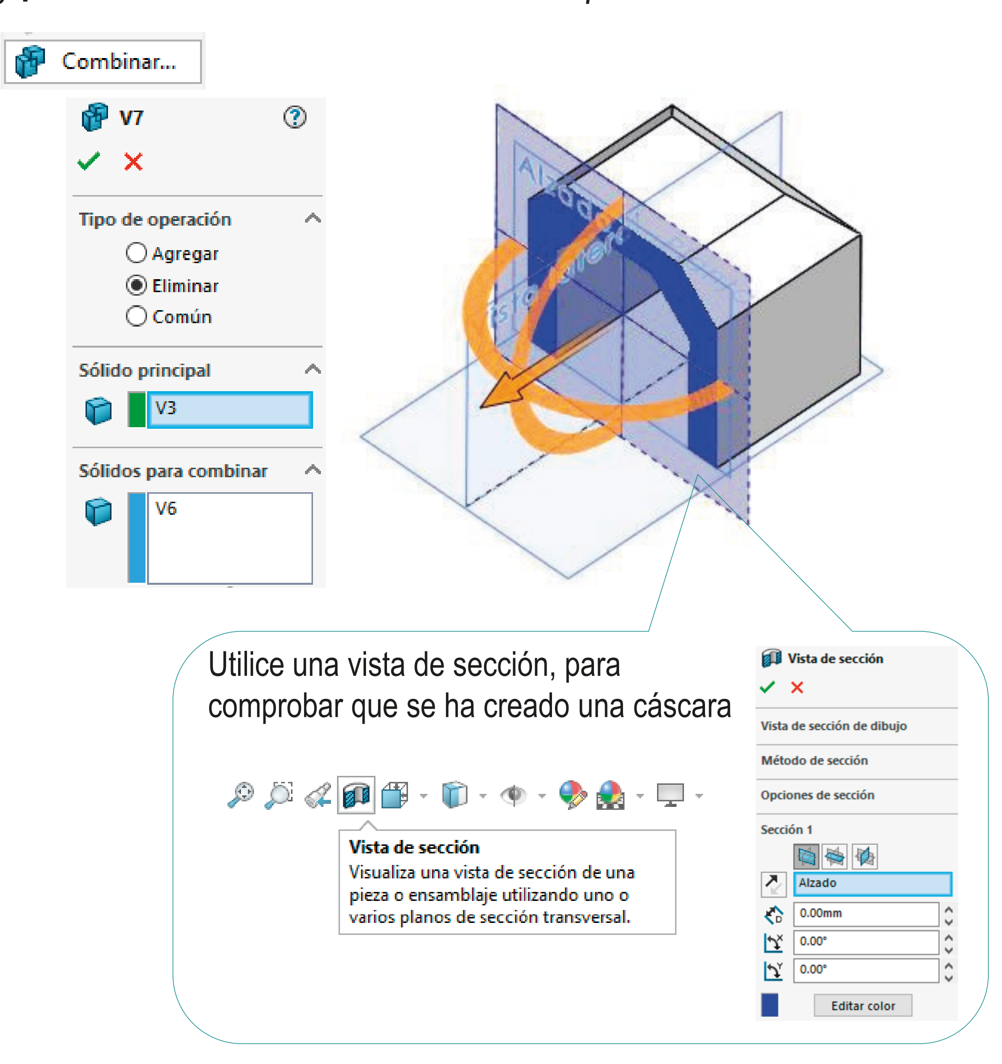
√ Seleccione *Combinar*

√ Seleccione *Eliminar*

√ Seleccione V_3 como sólido a mantener

√ Seleccione V_6 como volumen a restar

Puede que tenga que cambiar el punto de vista, o el modo de visualización, para poder señalar el sólido interno

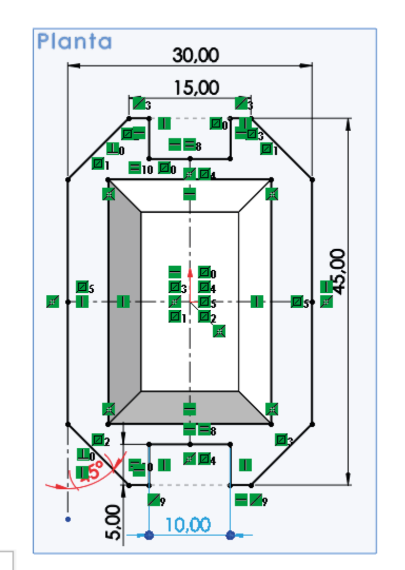


Obtenga V_8:

√ Seleccione la *Planta* como plano de croquis

√ Dibuje el contorno P_3

√ Añada las restricciones necesarias



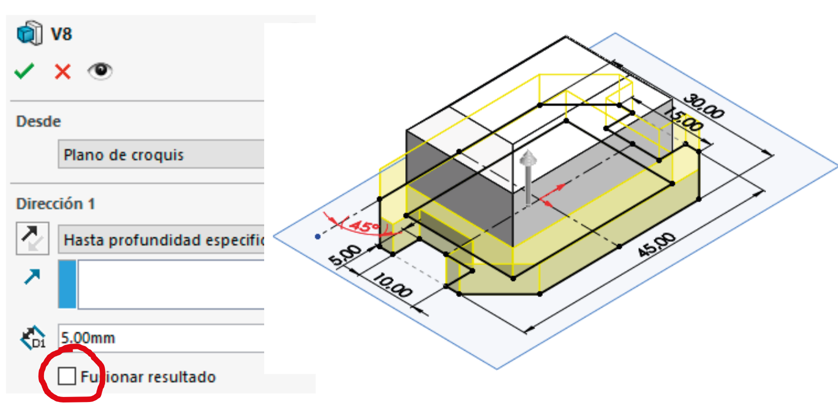
√ Seleccione el comando *Extruir*



√ Seleccione el croquis P_3

√ Seleccione la opción *Hasta profundidad específica*

√ Escriba la longitud de extrusión



√ No seleccione *Fusionar resultado*

Se obtienen dos sólidos independientes

Ahora, combine V_7 y V_8 para obtener la tapa V_9 :

√ Seleccione *Combinar*

√ Seleccione *Agregar*

√ Seleccione los sólidos V_7 y V_8

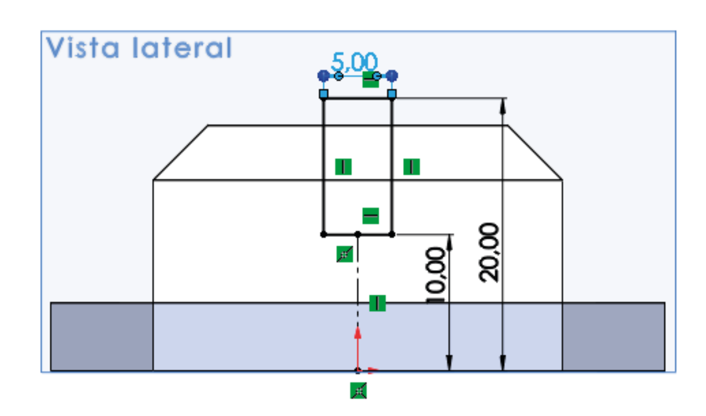


Obtenga V_{10}:

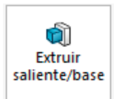
√ Seleccione la *Vista lateral* como plano de croquis

√ Dibuje el contorno P_4

√ Añada las restricciones necesarias



√ Seleccione el comando *Extruir*

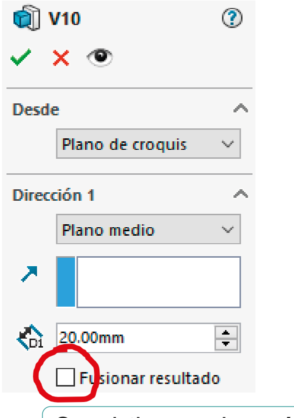


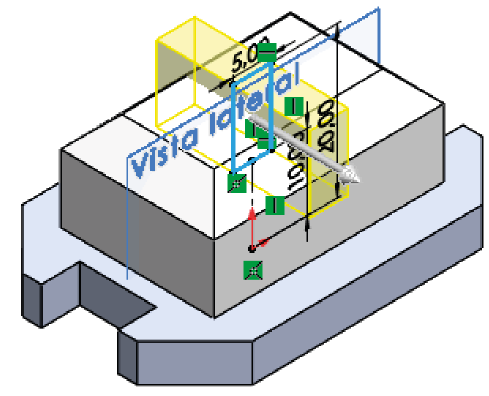
√ Seleccione el croquis P_4

√ Seleccione la opción *Plano medio*

√ Escriba la longitud de extrusión

√ No seleccione *Fusionar resultado*





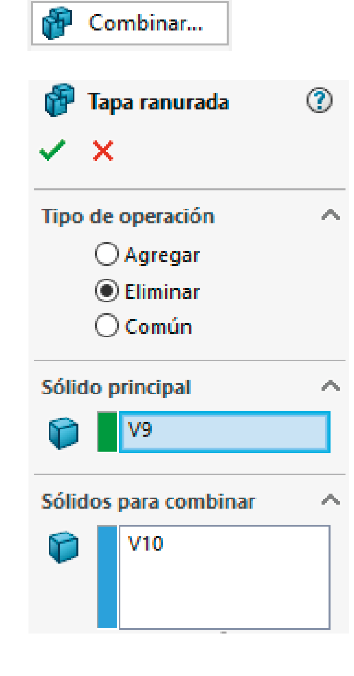
Se obtienen dos sólidos independientes

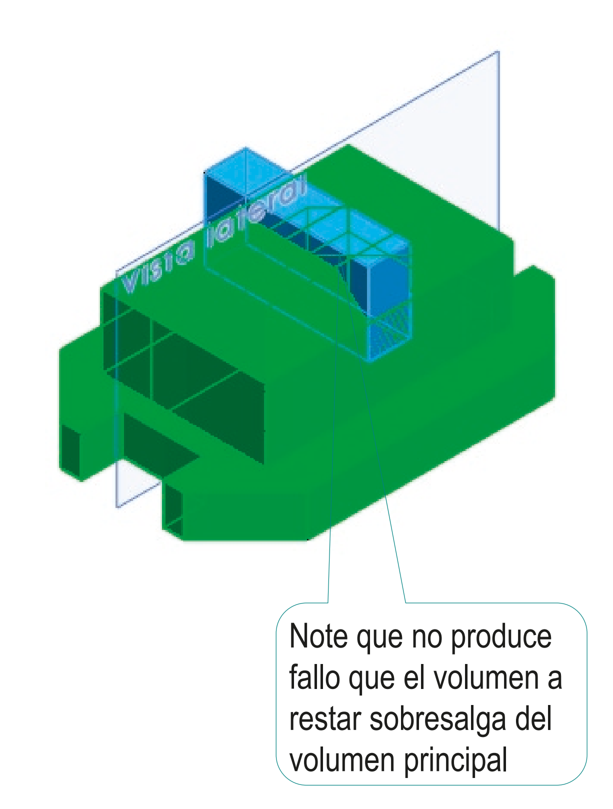
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ahora, combine V_9 y V_{10} para obtener la tapa ranurada:

- √ Seleccione *Combinar*
- √ Seleccione *Eliminar*
- √ Seleccione V_9 como sólido a mantener
- √ Seleccione V_{10} como volumen a restar





Note que no produce fallo que el volumen a restar sobresalga del volumen principal

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

1 Para modelar mediante operaciones de barrido sucesivas, hay que descomponer las piezas finales en partes más simples

Partes susceptibles de modelarse mediante barridos

2 Luego hay que modelar esas partes simples, siguiendo una secuencia inversa a la de descomposición

El árbol del modelo se construye desde las ramas hacia el tronco

3 Durante todo el proceso hay que elegir apropiadamente el emplazamiento de cada parte…

…para que al combinarse mediante operaciones Booleanas queden colocadas en las posiciones relativas que permiten crear el sólido buscado

Por defecto, las combinaciones son simultáneas al proceso de barrido…
…pero se pueden gestionar manualmente

Evalúe si el modelo es completo:

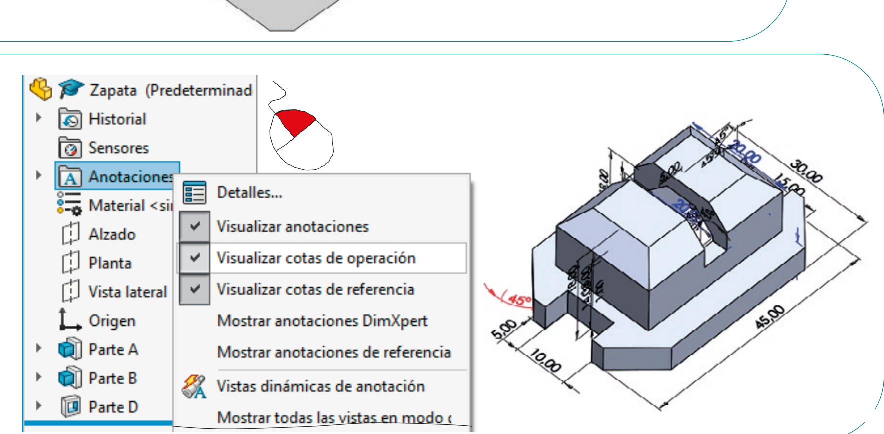
#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / siempre
M2.1	El modelo replica la forma de la pieza					
M2.2	El modelo replica el tamaño de la pieza					

√ Compruebe que el sólido tiene la forma deseada

Cambie el punto de vista para comprobar visualmente el aspecto de la pieza

√ Compruebe que las dimensiones son correctas

Revise los croquis, o *Visualice la cotas*, para comprobar las medidas del modelo



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



Compruebe que las partes se han fusionado, y el resultado es un único sólido

Si anula la última combinación, se muestran los dos sólidos resultantes:

Tapa ranurada
Historial
Sensores
Anotaciones
Material
Alzado
Planta
Vista lateral
Origen
V1
V2
V3
V4
V5
V6
V7
V8
V9
V10
Tapa ranurada

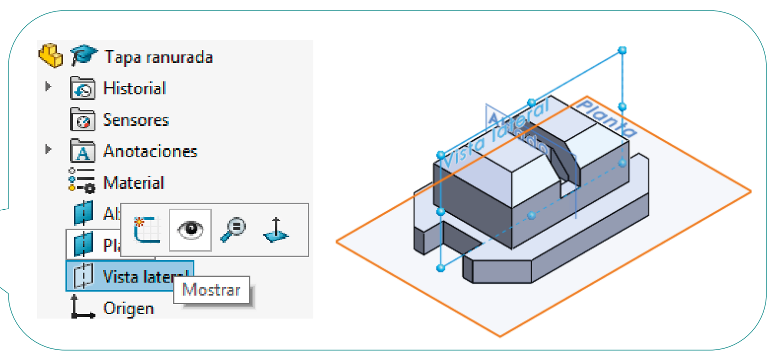
Tapa ranurada
Historial
Sensores
Anotaciones
Sólidos(2)
Material
Alzado
Planta
Vista lateral
Origen
V1
V2
V3
V4
V5
V6
V7
V8
V9
V10
Tapa ranurada

Evaluación

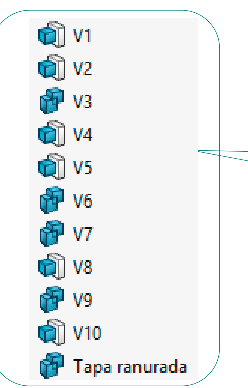
Los criterios para evaluar si el modelo es consistente y conciso son:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / siempre
M3.2a	El modelo está alineado y orientado respecto al sistema global de referencia					
M4.1b	El modelo no contiene operaciones de modelado repetitivas o fragmentadas					

√ Visualice los planos de referencia para comprobar que el modelo está centrado



√ Revise el árbol del modelo, para comprobar que no hay operaciones repetidas o superfluas



Etiquetar las operaciones ayuda a comprobar que son correctas

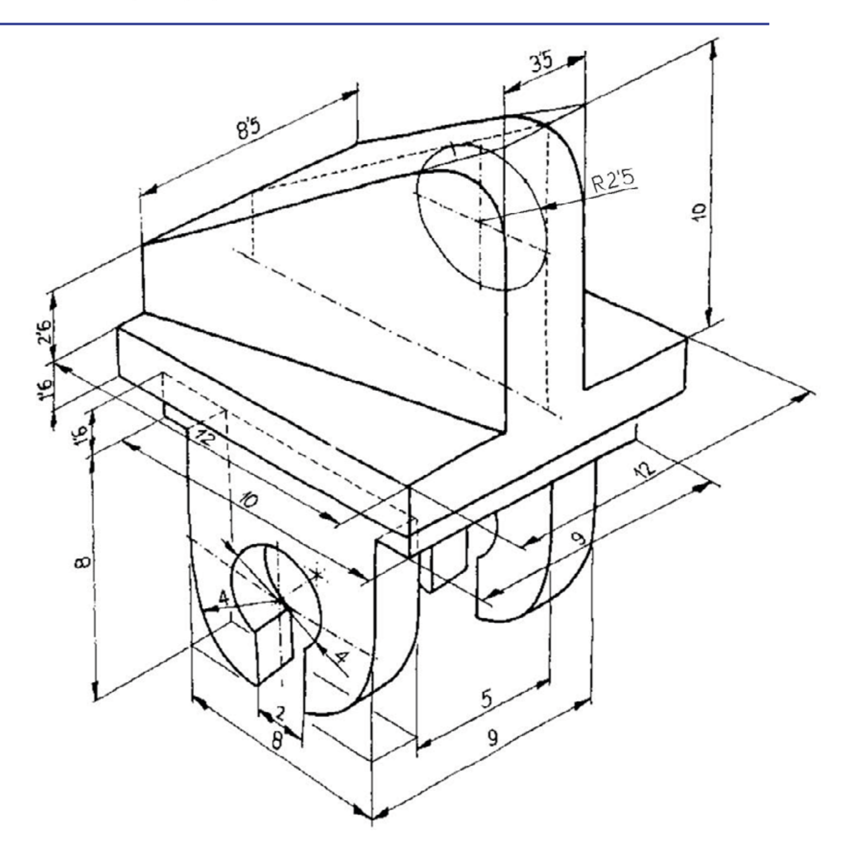
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejercicio 1.3.3. Tope deslizante

Tarea

La figura muestra una axonometría acotada (en mm) de un tope deslizante del carro de una impresora



Para completar la comprensión de la pieza hay que saber que tiene un plano de simetría bilateral

Las tareas son:

A Dibuje a mano alzada las vistas ortográficas del tope

B Describa brevemente el proceso de modelado más apropiado para obtener el modelo sólido

Utilice los esquemas que considere oportunos

C Obtenga el modelo sólido de la pieza

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

La estrategia es sencilla, porque cada apartado requiere una tarea:

1 Obtenga el dibujo de diseño

¿Cómo?

¡Se aplican conocimientos de dibujo normalizado!

¿Por qué?

¡Antes de modelar, hay que conocer todos los detalles del modelo!

2 Para representar el proceso de modelado haga un esquema semejante al árbol del modelo que se pretende obtener

¿Cómo?

¡Se dibuja a mano alzada, siguiendo una estructura de árbol!

¿Por qué?

¡Antes de modelar, hay que definir siempre un esquema del proceso de modelado!



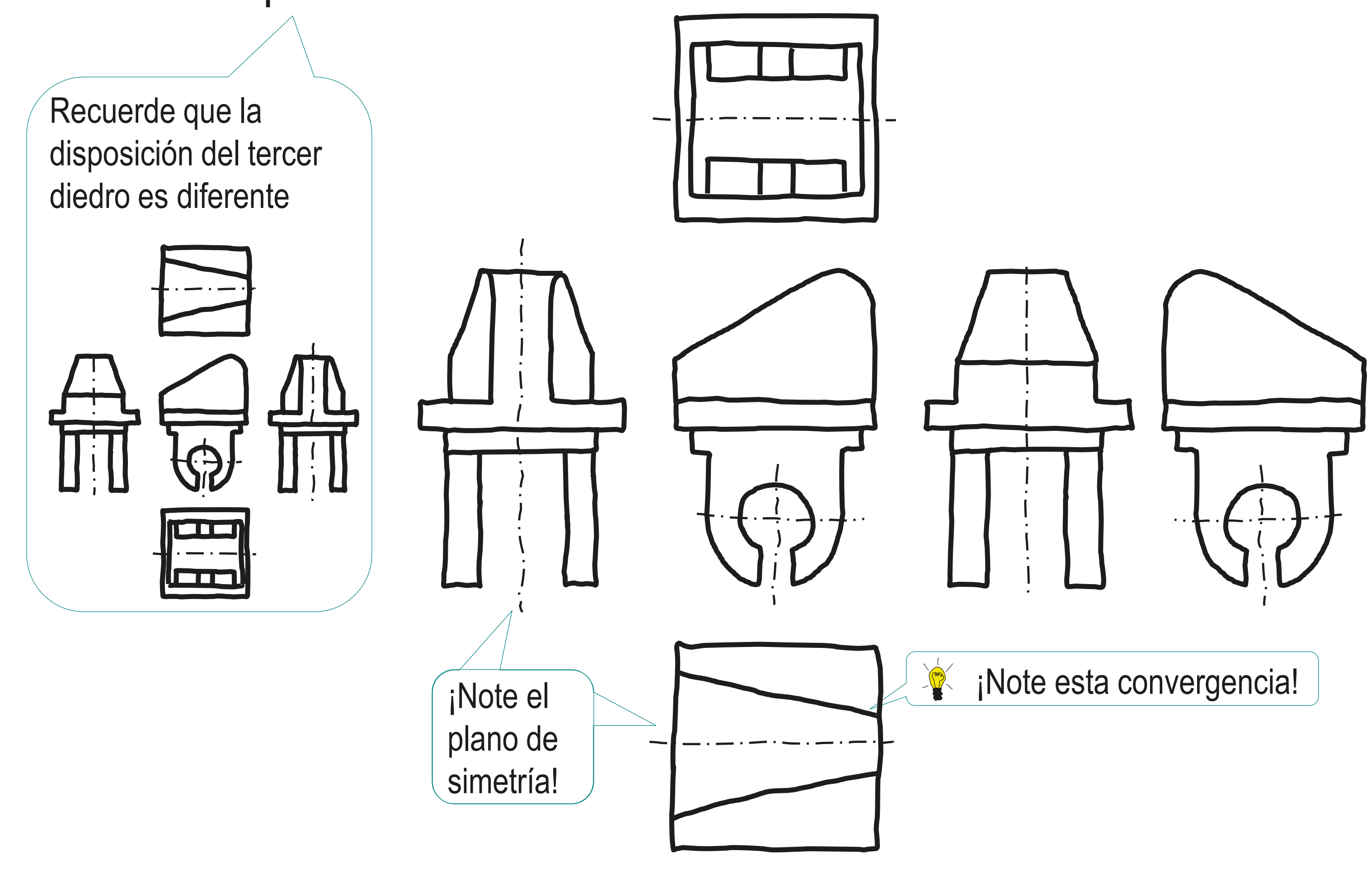
¡Con experiencia se puede visualizar mentalmente la forma, sin necesidad de dibujar ningún esquema!

3 Obtenga el modelo ejecutando los pasos descritos en el esquema anterior

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Dibuje, a mano alzada, el dibujo de diseño detallado de la pieza, colocando las seis vistas ortográficas en la disposición del método del primer diedro:

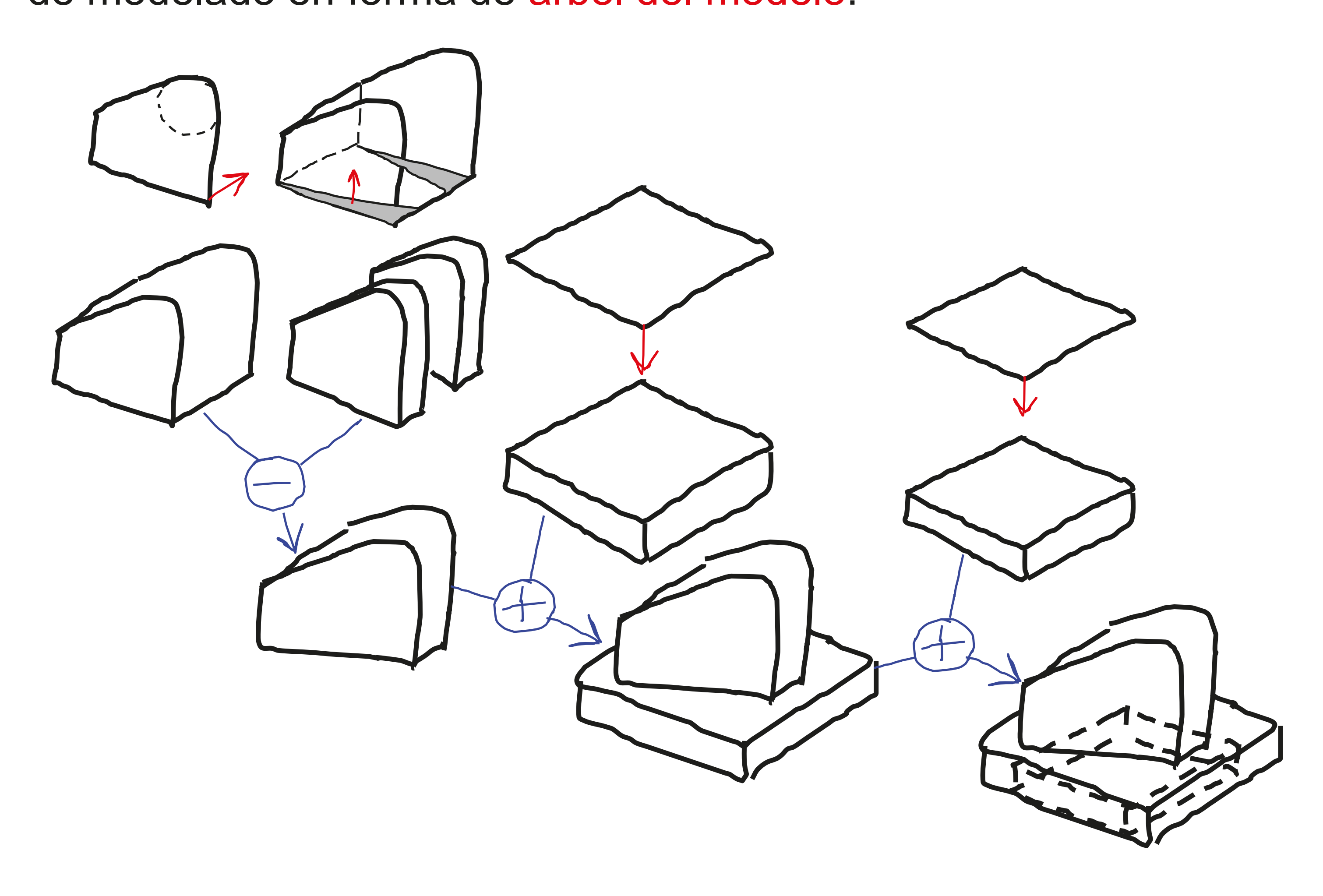


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

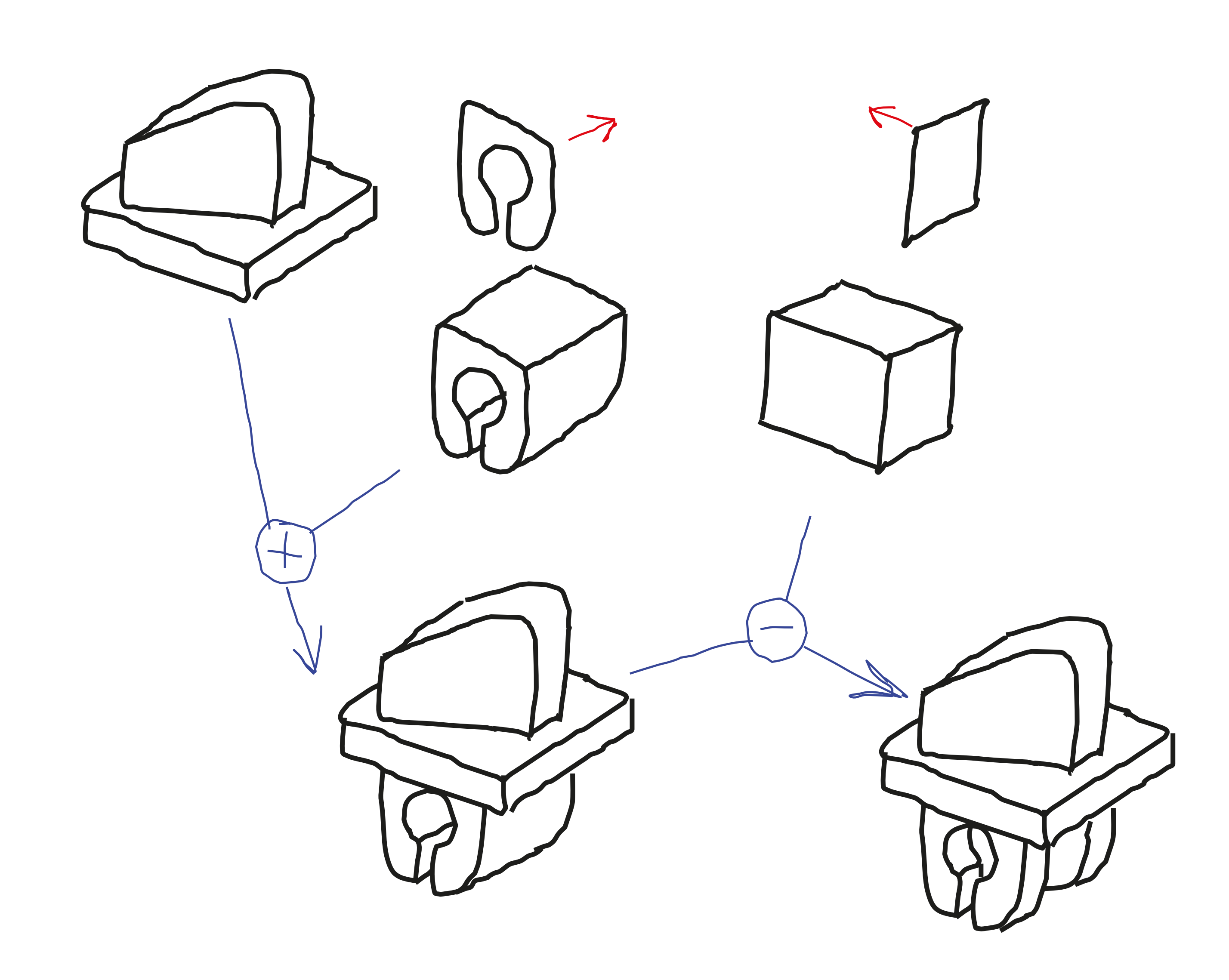
Ejecución: Esquema

Dibuje esquemas a mano alzada, para representar el proceso de modelado en forma de árbol del modelo:



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Esquema



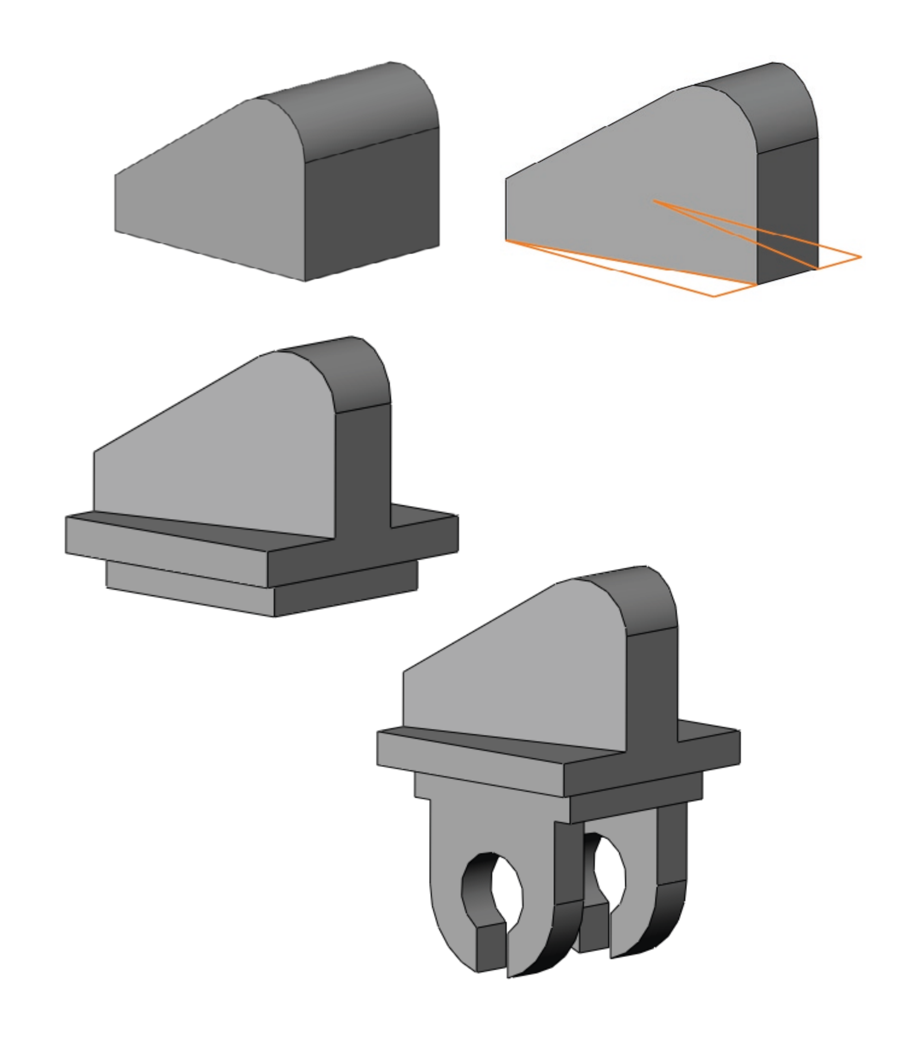
Ejecución: Modelo

Modele siguiendo los pasos descritos en el esquema:

1 Modele el bloque superior

2 Modele la base prismática

3 Añada las pinzas inferiores



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

1 Para modelar el bloque superior:

√ Dibuje el perfil

√ Extruya

√ Haga los recortes laterales

Use dos croquis para definir el perfil:

√ Croquice en el alzado (Datum 1)

√ Dibuje el contorno trapezoidal auxiliar

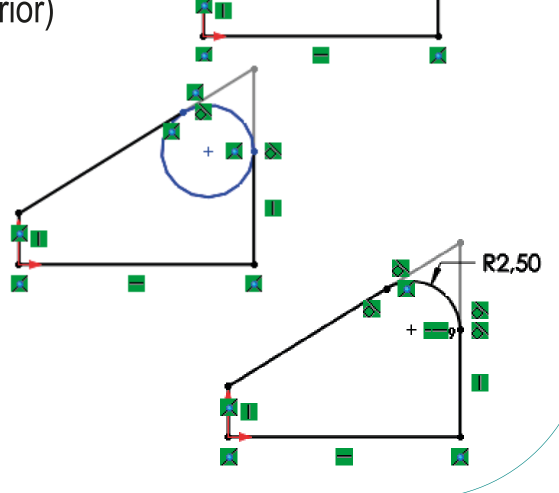
√ Croquice de Nuevo en el alzado (Datum 1)

√ Dibuje de nuevo el trapezoide (superpuesto al anterior)

√ Añada un círculo tangente

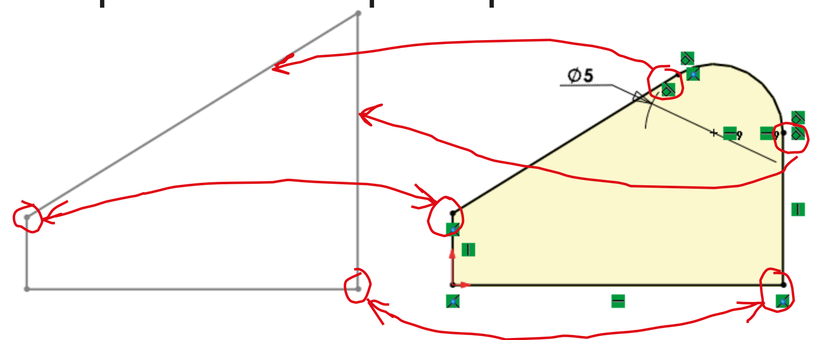
√ Recorte

√ Acote el radio

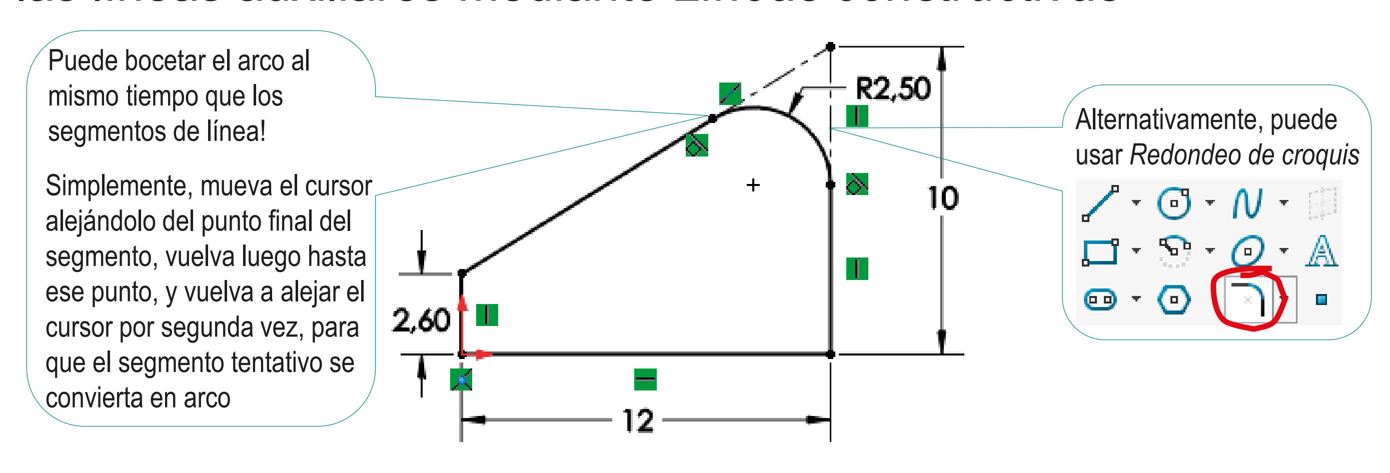




Crear dos croquis superpuestos permite preservar las cotas originales, al tiempo que se mantienen las líneas auxiliares separadas del perfil pero vinculadas a él



La alternativa es dibujar un único croquis, pero distinguiendo las líneas auxiliares mediante *Líneas constructivas*



ISBN: 978-84-18432-81-1

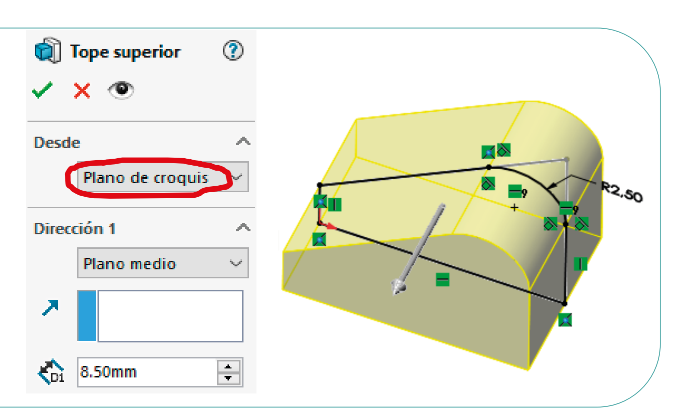
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

1 Para modelar el bloque superior:

√ Dibuje el perfil

√ Extruya

Aplique una extrusión de plano medio, para que el plano de croquis (Datum1) sea el plano de simetría del modelo



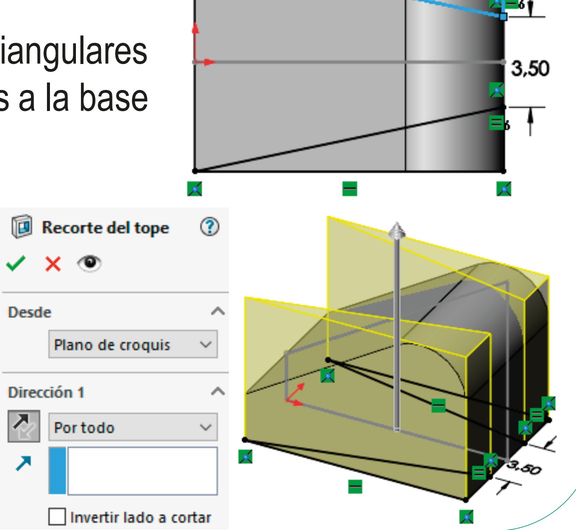
√ Haga los recortes laterales

√ Seleccione la planta (Datum 2)

√ Dibuje dos contornos triangulares simétricos, y vinculados a la base del sólido

¡Puede dibujar uno y obtener el otro por simetría!

√ Haga un corte extruido



2

Los pasos para modelar la base prismática son:

√ Dibuje el perfil

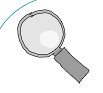
√ Seleccione la planta (Datum 2)

√ Dibuje una línea auxiliar para usarla como eje de simetría

√ Ancle el eje al punto medio de la arista del bloque principal

√ Dibuje y restrinja el rectángulo

12



Alternativamente, ancle el punto medio del rectángulo al origen de coordenadas:

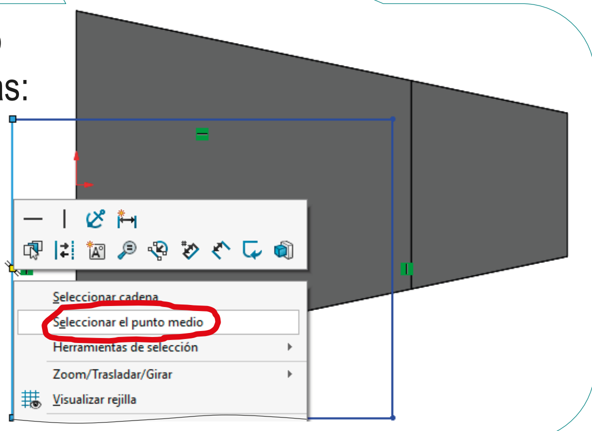
√ Seleccione el lado izquierdo

√ Pulse el botón derecho

√ Marque *Seleccionar el punto medio*

√ Seleccione también el origen de coordenadas

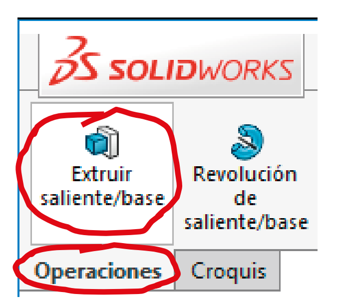
√ Hágalos *Coincidentes*

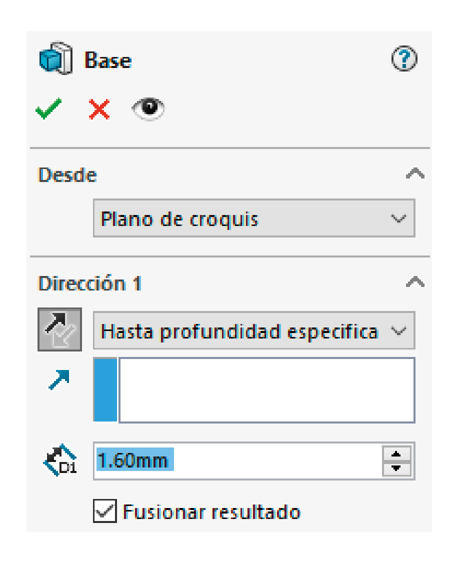


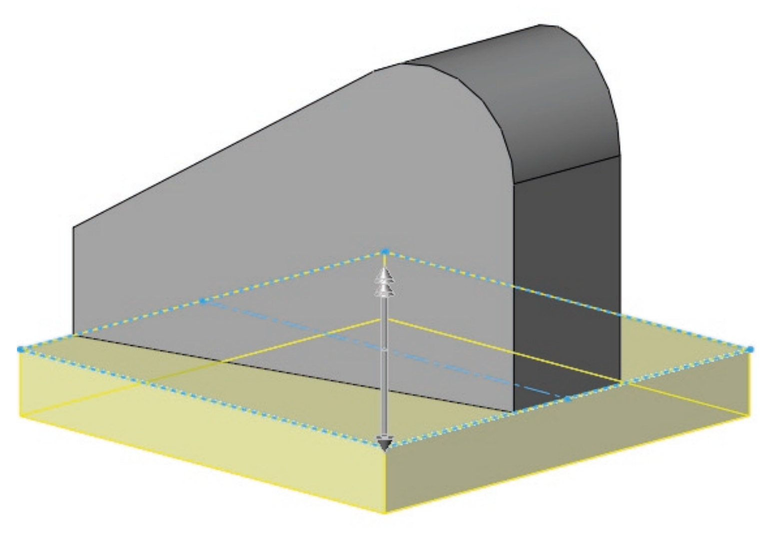
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Extruya el perfil







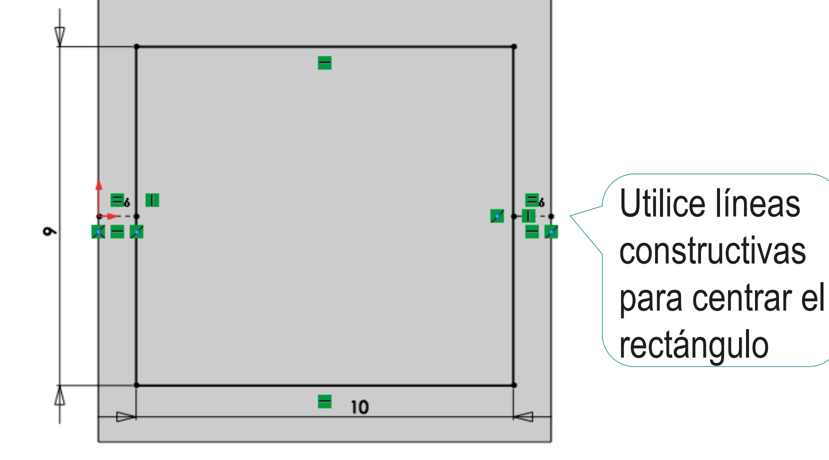
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Repita el procedimiento para el escalón inferior de la base:

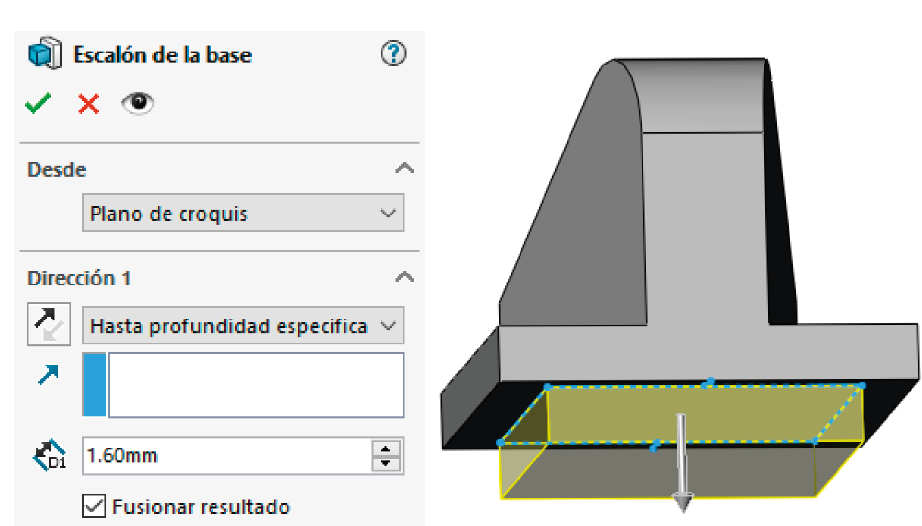
- √ Dibuje el perfil

Escoja la cara inferior de la base para realizar el croquis (Datum 3)



Utilice líneas constructivas para centrar el rectángulo

- √ Extruya el perfil



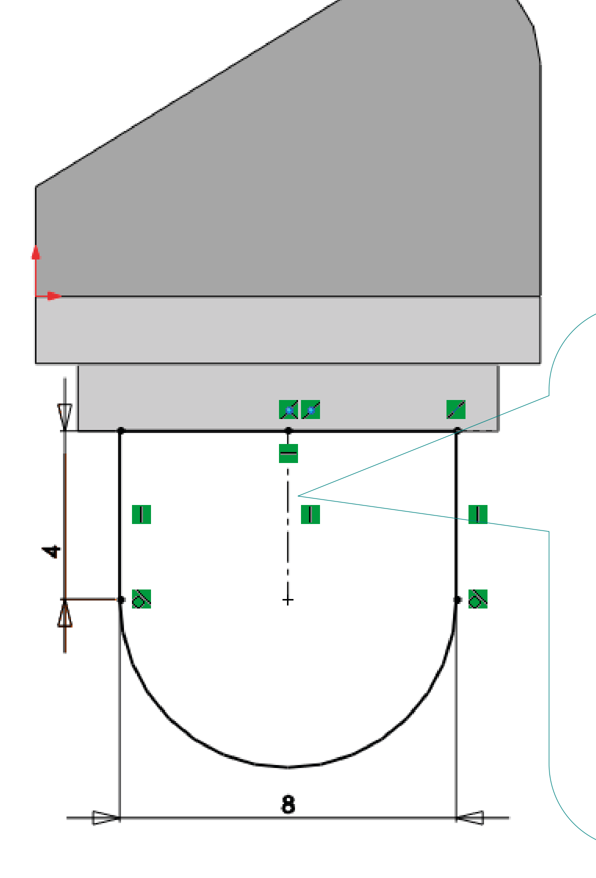
Ejecución: Modelo

3 Cree otro perfil que se empleará para las pinzas:

√ Escoja el alzado como plano de trabajo (Datum 1)

√ Dibuje el contorno exterior del perfil de las pinzas

√ Añada las restricciones necesarias



Para centrar el perfil respecto a la base:

√ Añada una línea constructiva

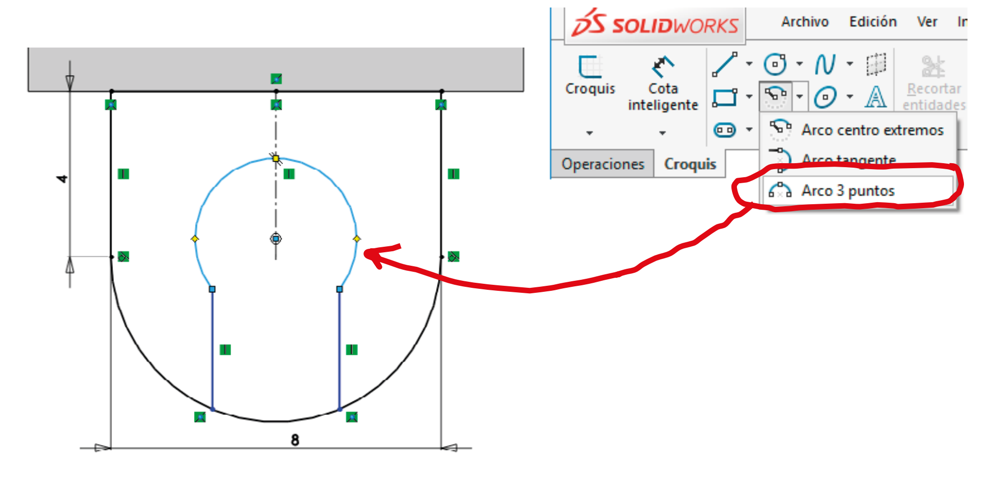
√ Vertical

√ Con un extremo en el centro del arco

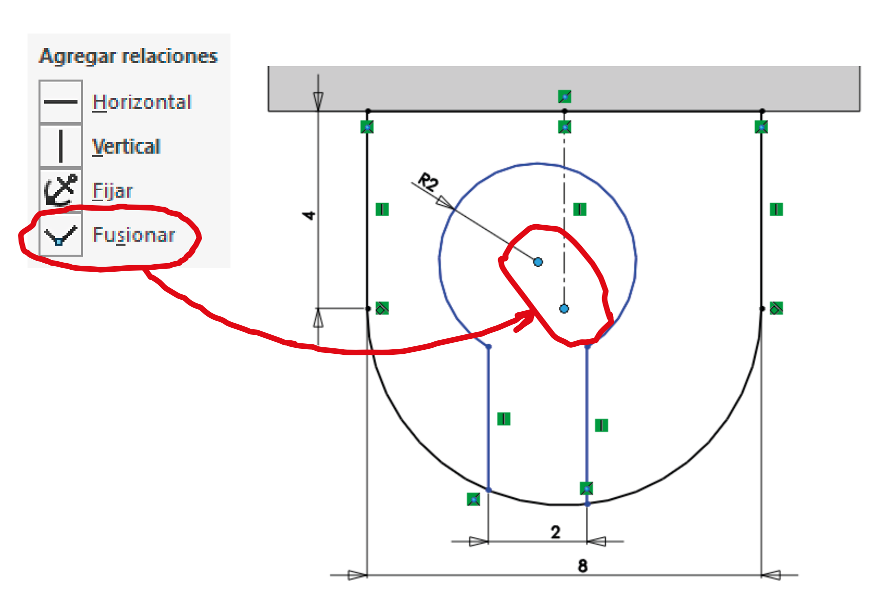
√ Con un extremo en el punto medio de la base

Ejecución: Modelo

- Modifique el perfil, añadiendo la ranura



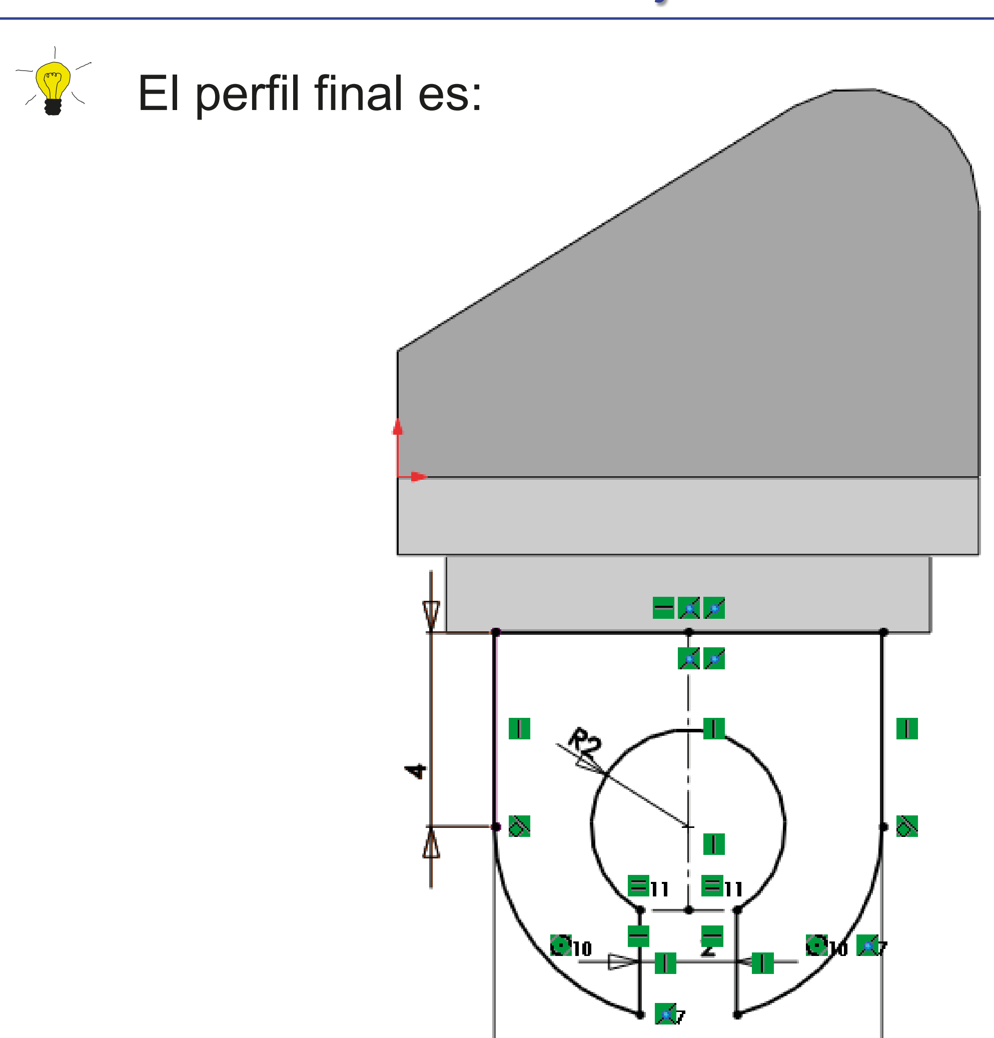
- Añada las restricciones necesarias



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

El perfil final es:

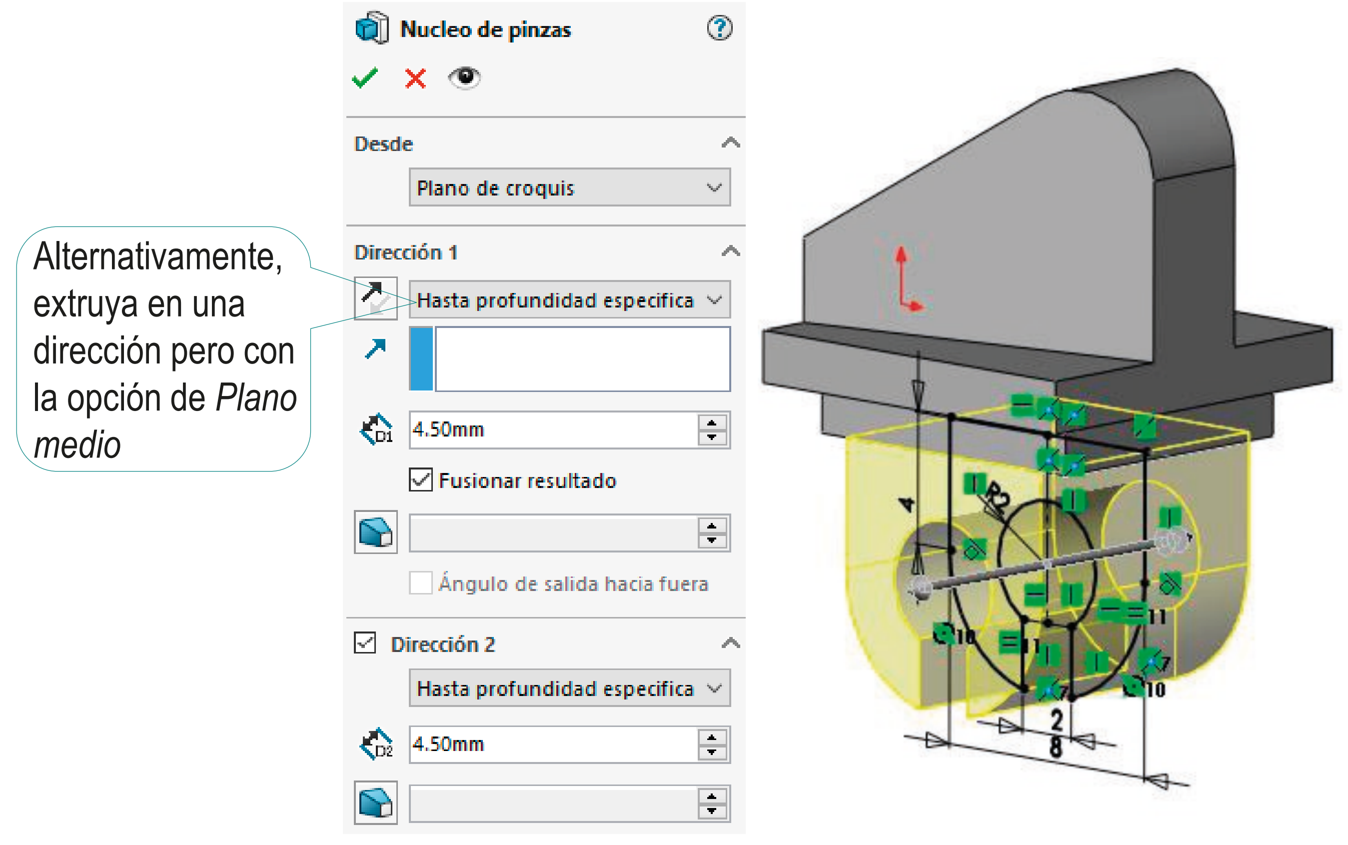


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

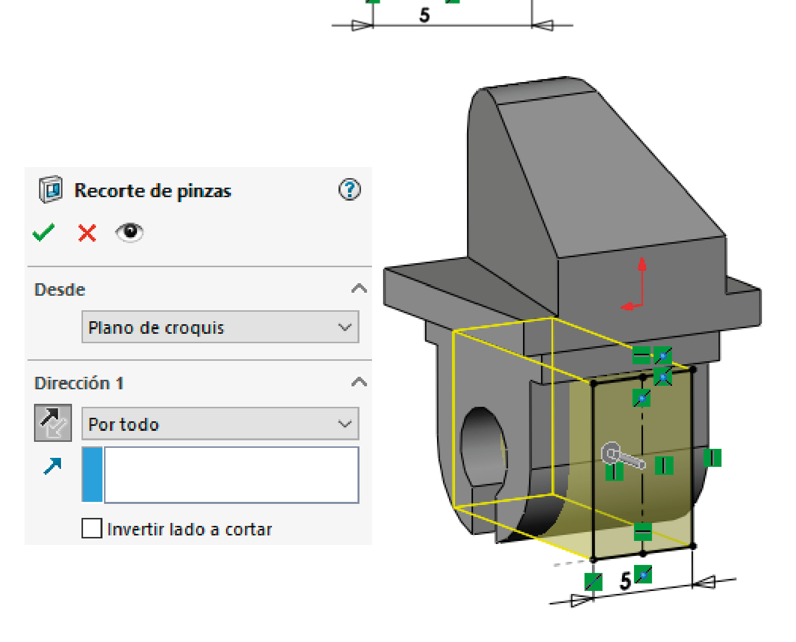
√ Extruya el perfil en dos direcciones

Alternativamente, extruya en una dirección pero con la opción de *Plano medio*



Extruya un agujero prismático para separar las dos pinzas

- √ Escoja el plano lateral como plano de trabajo (Datum 4)
- √ Dibuje un rectángulo
- √ Añada las restricciones necesarias
- √ Extruya un agujero



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Hay que analizar los objetos antes de modelarlos

El análisis debe dar lugar a:
- √ Dibujos de detalle
- √ Esquemas de modelado

Los dibujos y esquemas pueden ser mentales… …cuando se tiene experiencia

2 Hay que elegir bien los planos de referencia

Las referencias deben ser estables frente a modificaciones del diseño

3 Dibujar los perfiles "por capas" permite descomponer perfiles complejos en otros más simples

4 Las líneas constructivas se puede usar para imponer condiciones geométricas

Mediante líneas constructivas se han añadido condiciones de centrado para colocar los perfiles

Evaluación

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

El procedimiento de evaluación es como sigue:

- √ Aplique los procedimientos descritos en la lección 1.2 para el criterio M1

  Alternativamente, evalúe los criterios M1.1 y M1.2

- √ Compare la forma dibujada en el dibujo del bloque deslizante con la forma del modelo final, entonces puntúe el criterio M2.1

  Mire las páginas siguientes!

- √ Compare las cotas dibujadas en el dibujo del enunciado, con las dimensiones del modelo final, entonces puntúe el criterio M2.2

  Note que algunas cotas se incluyen como parámetros de las operaciones de modelado (como los 8.5 mm de espesor del bloque principal)

- √ Aplique los procedimientos descritos en la lección 1.2 para puntuar los criterios M3.1 y M3.2

  Alternativamente, evalúe los criterios M3.1a, M3.1b y M3.1c, o M3.2a y M3.2b

- √ Compruebe lo siguiente, para evaluar el criterio M3.3a
  - ✓ El modelo está apropiadamente orientado
  - ✓ El modelo está apropiadamente alineado

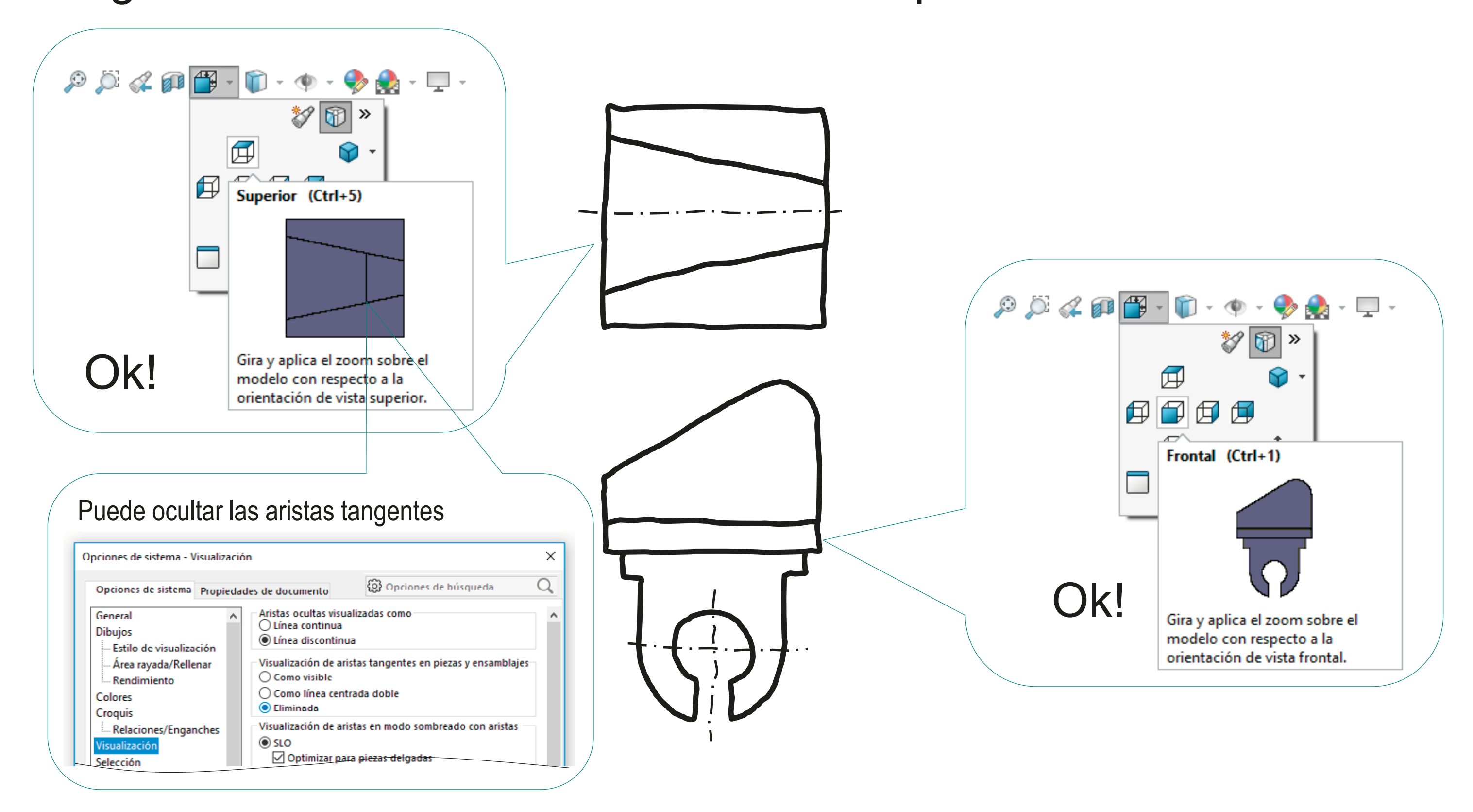
  Mire las páginas siguientes!

- √ Compare el árbol del modelo con el esquema de modelado, para evaluar el criterio M4.1b

  Mire las páginas siguientes!

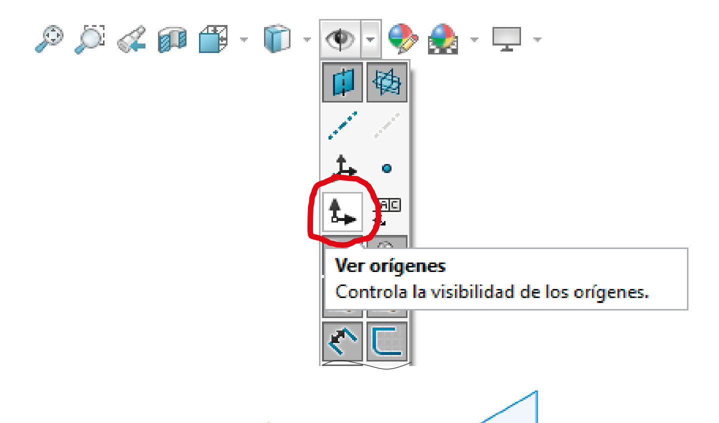
Evaluación

Para determinar si el modelo está correctamente orientado, compruebe si las vistas principales encajan con las vistas ortográficas bocetadas al analizar la vista pictórica del enunciado:



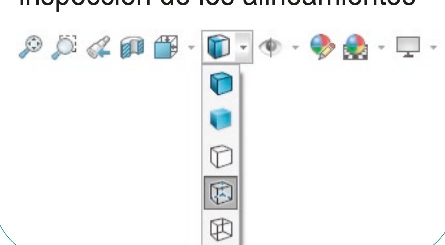
Para determinar si la pieza está correctamente alineada con los planos de referencia:

- Active el comando *Ver Orígenes* in la sección *Ocultar/Mostrar elementos* de la barra de herramientas *Heads Up Toolbar*

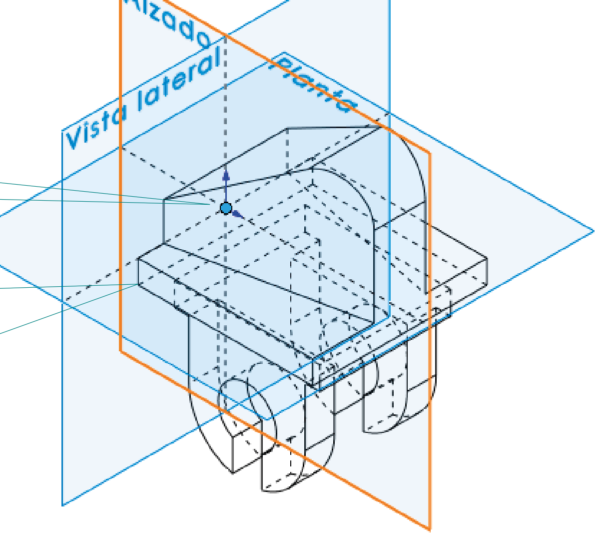


- Muestre también los planos de referencia

Puede cambiar el estilo de visualización para facilitar la inspección de los alineamientos



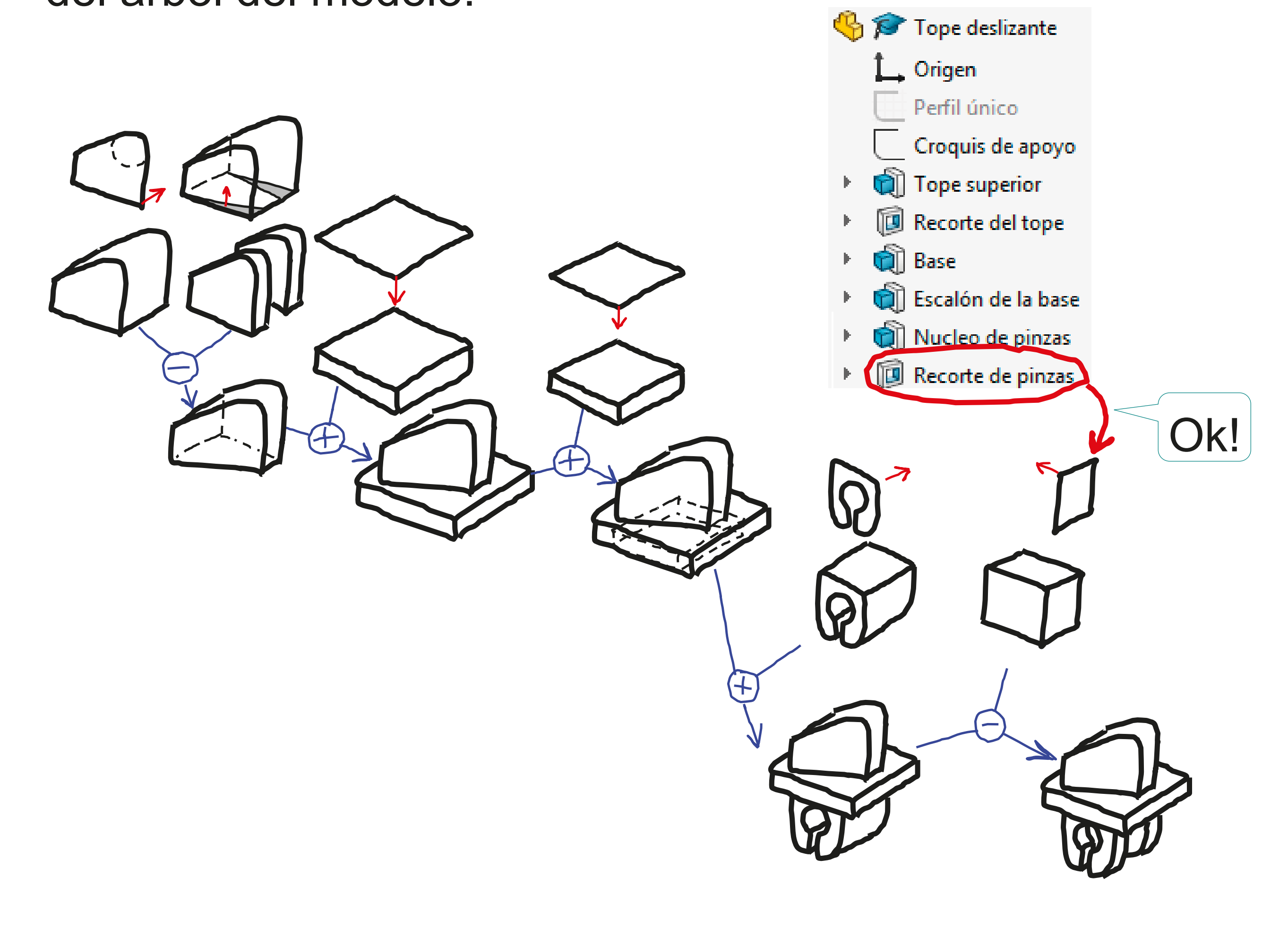
Ok!



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para detector operaciones repetidas o fragmentadas, compare los elementos del esquema con las operaciones del árbol del modelo:



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejercicio 1.3.4. Cazoleta de mando selector

Tarea

La figura muestra dos fotografías de una cazoleta de mando selector de un calentador de gas doméstico







Se muestra también una vista seccionada

Las tareas son:

A Dibuje a mano alzada el dibujo de diseño de la cazoleta

Incluya vistas, cortes y acotación completa

B Describa brevemente el proceso de modelado sólido más apropiado para obtener el modelo sólido

Utilice los esquemas que considere oportunos

C Obtenga el modelo sólido de la pieza

Estrategia

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

La estrategia es sencilla, porque cada apartado requiere una tarea:

1 Obtenga el dibujo de diseño

¿Cómo?

¡Se aplican conocimientos de dibujo normalizado!

¿Por qué?

¡Antes de modelar, hay que conocer todos los detalles del modelo!

2 Para representar el proceso de modelado haga un esquema semejante al árbol del modelo que se pretende obtener

¿Cómo?

¡Se dibuja a mano alzada, siguiendo una estructura de árbol!

¿Por qué?

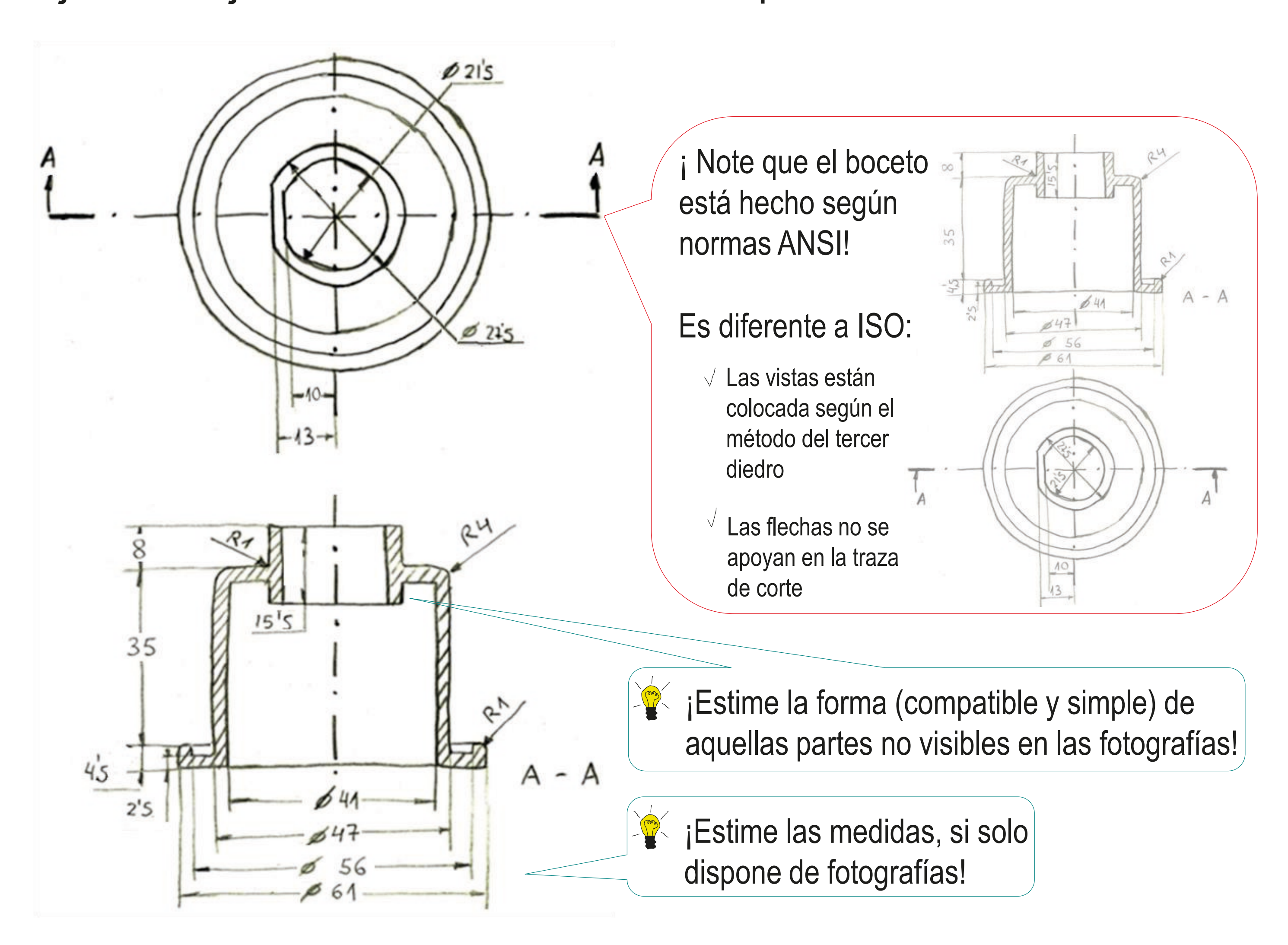
¡Antes de modelar, hay que definir siempre un esquema del proceso de modelado!

¡cuando se tiene experiencia el esquema puede ser mental!

3 Obtenga el modelo ejecutando los pasos descritos en el esquema anterior

Tarea
Estrategia
Ejecución
Dibujo
Esquema
Modelo
Conclusiones

Dibuje el dibujo de diseño detallado de la pieza:



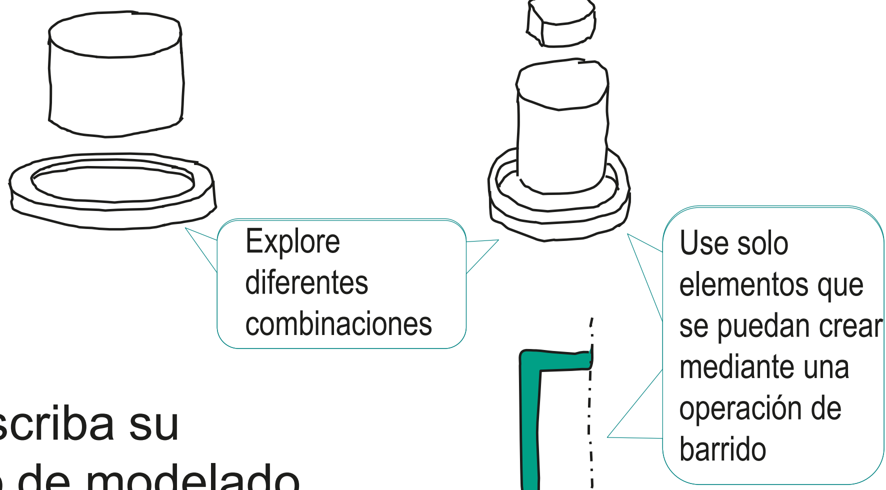
Ejecución: Esquema

Dibuje el esquema de modelado:

1 Imagine la pieza descompuesta en partes simples

2 Elija la parte más importante …

… y describa su proceso de modelado



3 Si ya existe parte del modelo, combine esa parte con el modelo previo

4 Repita los pasos 2 y 3 hasta completar el modelo

ISBN: 978-84-18432-81-1

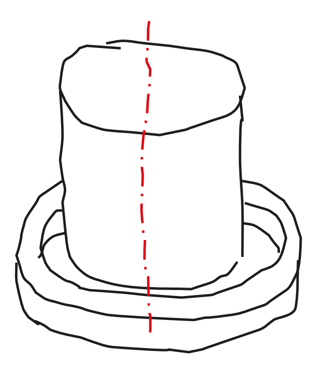
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



El elemento más importante debe modelarse como base



El elemento más grande, que también está alineado con el eje de revolución, es un buen candidato como elemento base

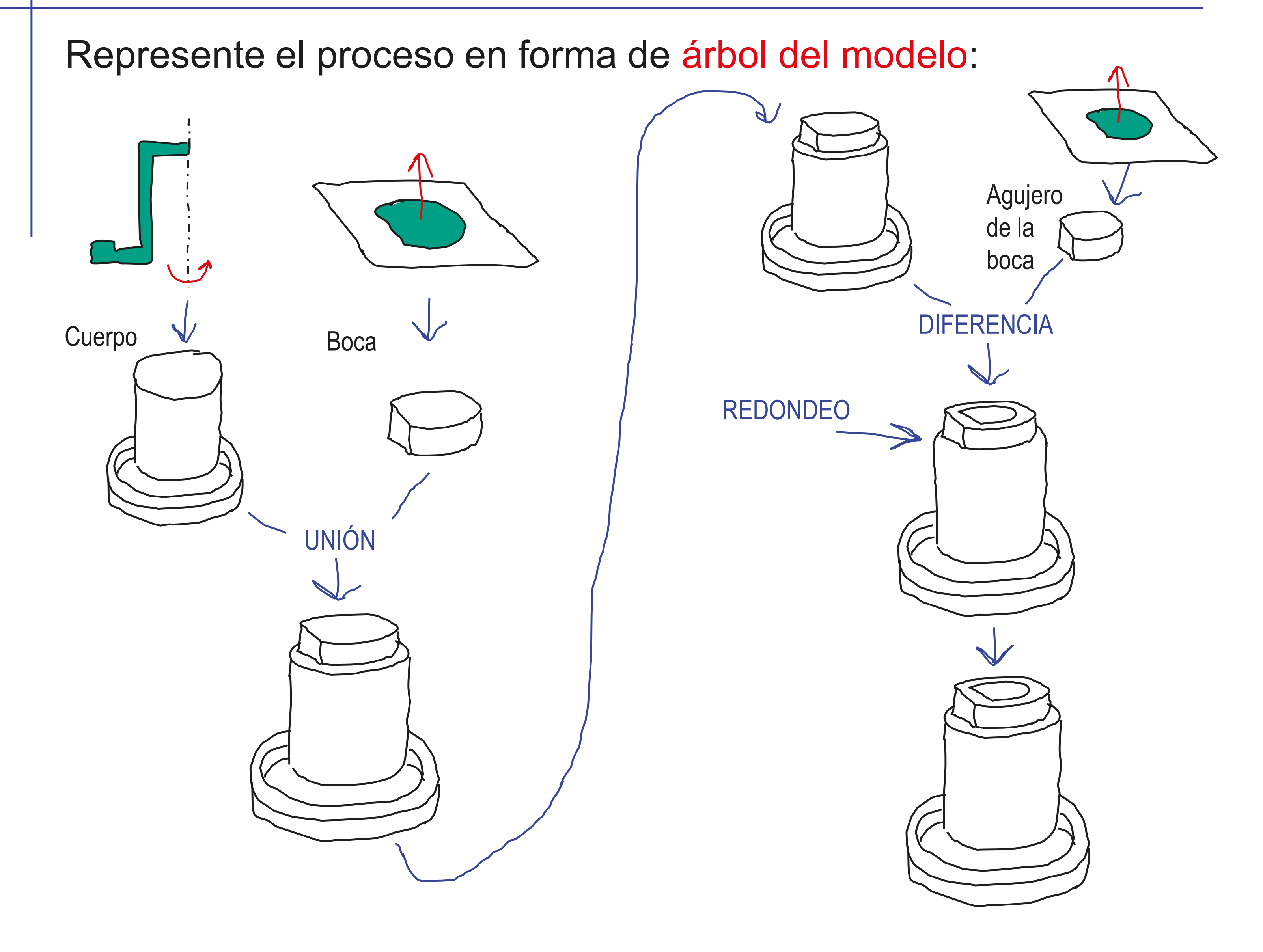


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Esquema

Represente el proceso en forma de árbol del modelo:

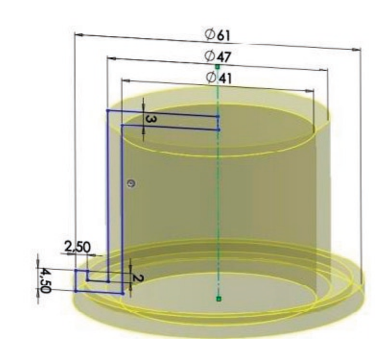


ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

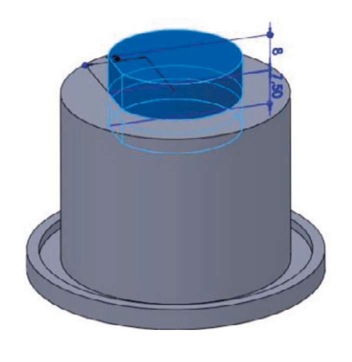
Ejecución: Modelo

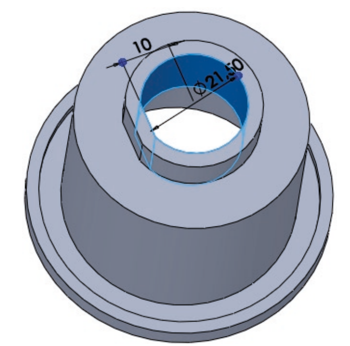
Modele siguiendo los pasos descritos en el esquema:

1 Modele el cuerpo central



2 Modele la boca superior y su agujero





3 Modifique el modelo, añadiendo los redondeos para el acabado final



ISBN: 978-84-18432-81-1

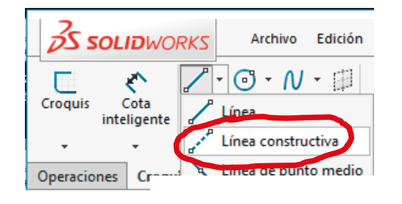
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Los pasos para modelar el cuerpo central son :

√ Dibuje el perfil

√ Escoja el alzado como plano de croquis (Datum 1)

√ Dibuje un eje con *línea de construcción*



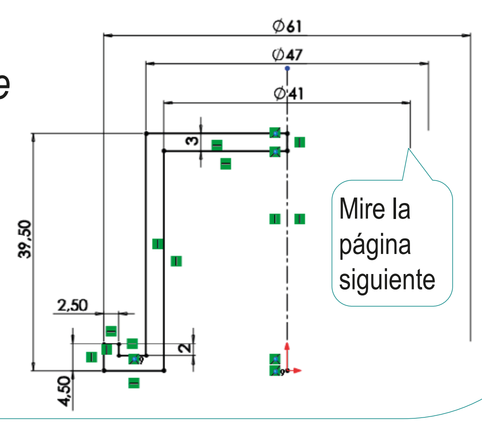
√ Use *Línea* para crear un perfil aproximado

Intente obtener algunas restricciones geométricas automáticas, mientras dibuja

Alinee el eje con el origen

Alinee la base con el origen

√ Use *Cota inteligente* para añadir las dimensiones del croquis



Mire la página siguiente

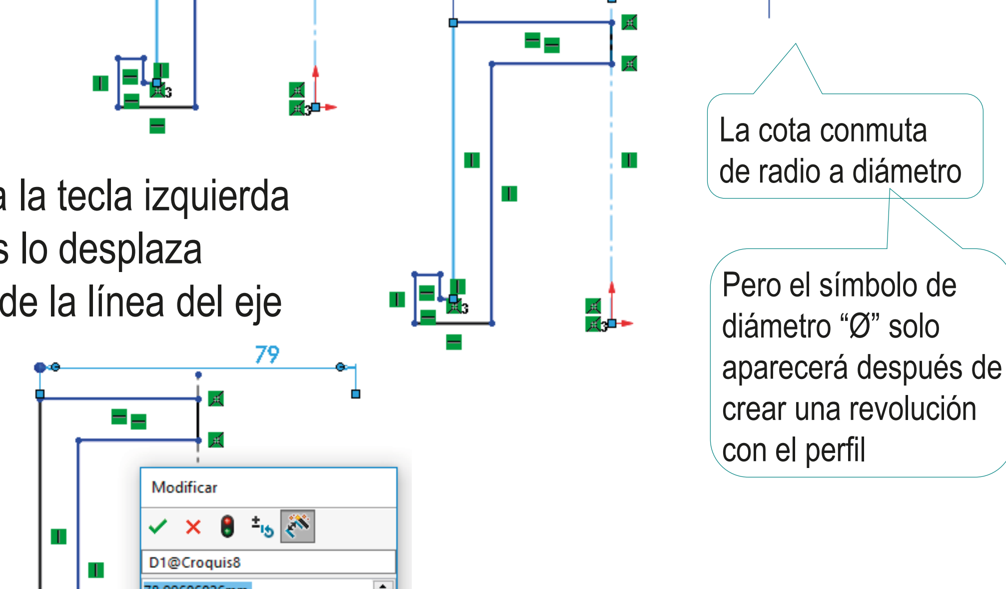
√ Aplique una revolución al perfil

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Puede conmutar fácilmente entre cotas de radio y diámetro, usando la línea de eje

- Seleccione un línea del perfil y la línea de eje
- Mantenga pulsada la tecla izquierda del ratón, mientras lo desplaza hasta el otro lado de la línea del eje
- Edite el valor, si es necesario



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

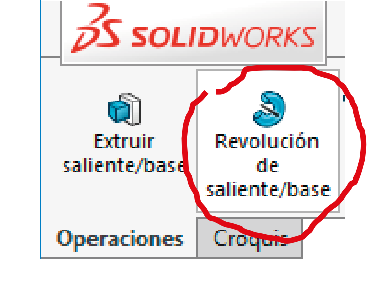
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Los pasos para modelar el cuerpo central son :

√ Dibuje el perfil

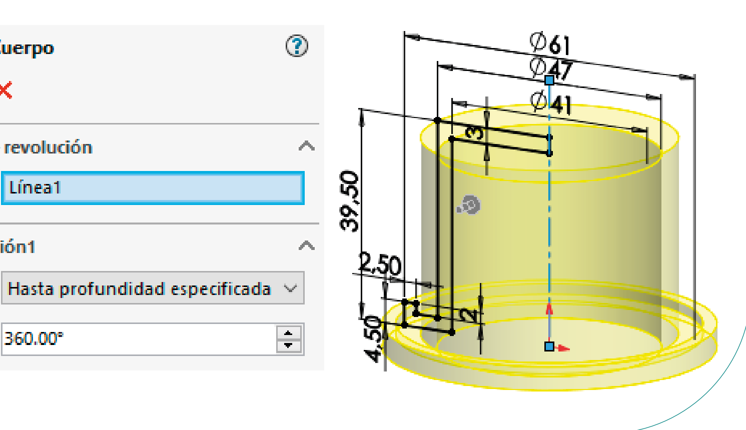
√ Aplique una revolución al perfil

√ Seleccione *Revolución de saliente/base* en la cinta de Operaciones



√ Seleccione la línea de eje como eje de revolución

Se selecciona por defecto, cuando solo hay una línea de eje en el croquis



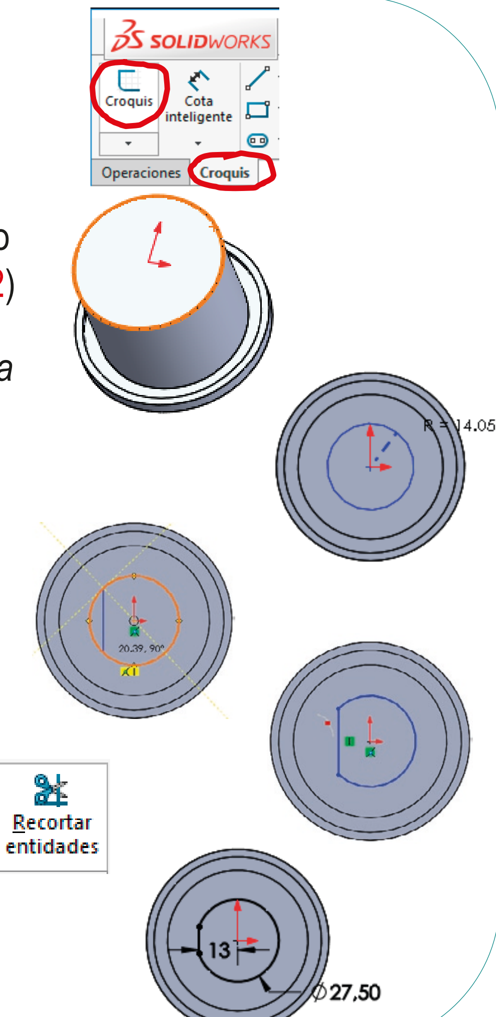
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Saliente superior

Los pasos para modelar la boca superior son:

- Genere el perfil
  - Seleccione *Croquis*
  - Seleccione la cara superior del cuerpo principal como plano de croquis (Datum 2)
  - Seleccione *Normal a*
  - Dibuje un círculo concéntrico con la cara superior
  - Use *Línea* para dibujar una cuerda vertical
  - Use *Recorte inteligente* para eliminar el arco menor
  - Acote
- Extruya el perfil
- Genere un segundo perfil
- Elimine el material sobrante



Ejecución: Saliente superior

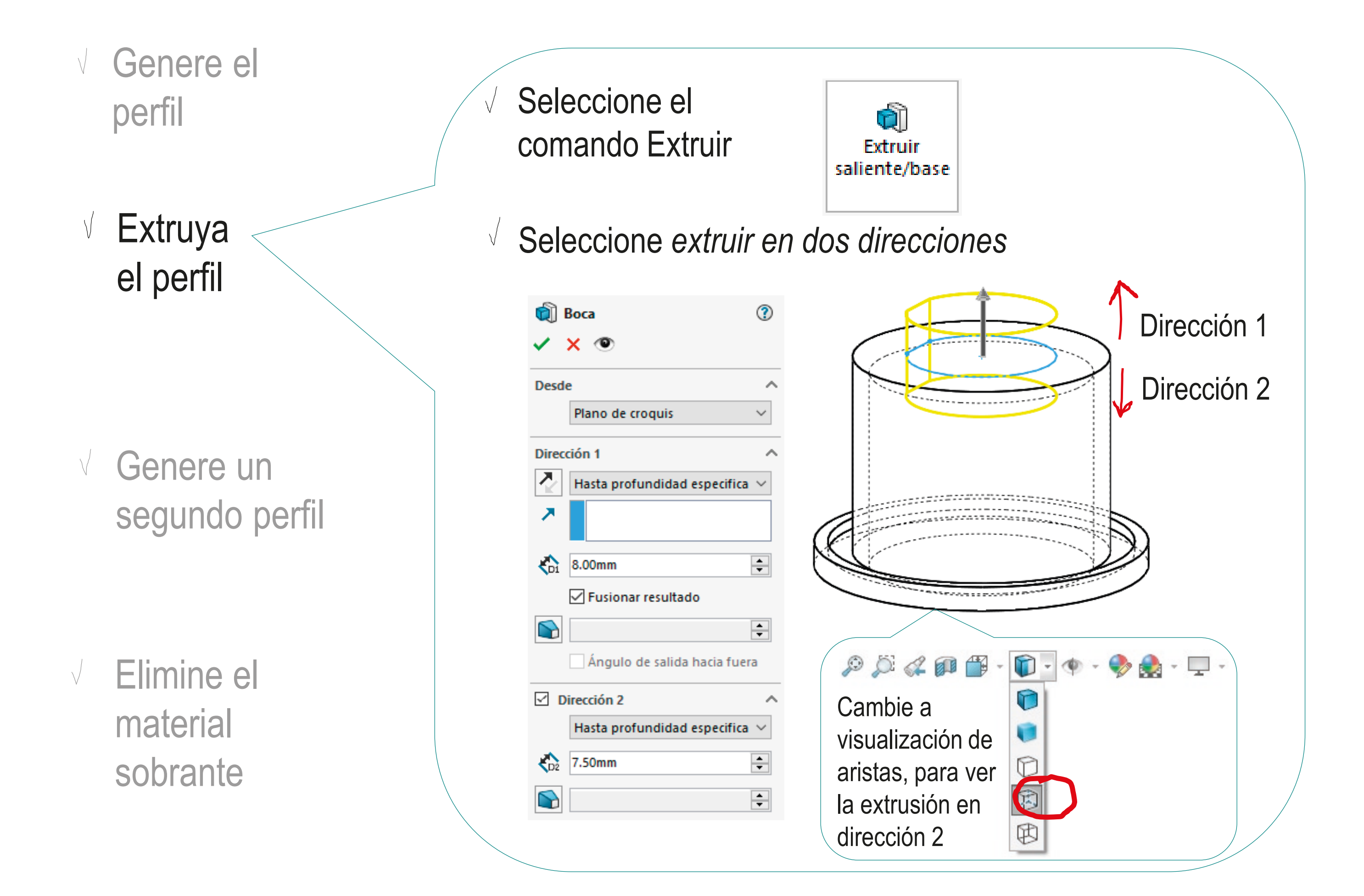
Los pasos para modelar la boca superior son:

√ Genere el perfil

√ Extruya el perfil

√ Genere un segundo perfil

√ Elimine el material sobrante



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Saliente superior

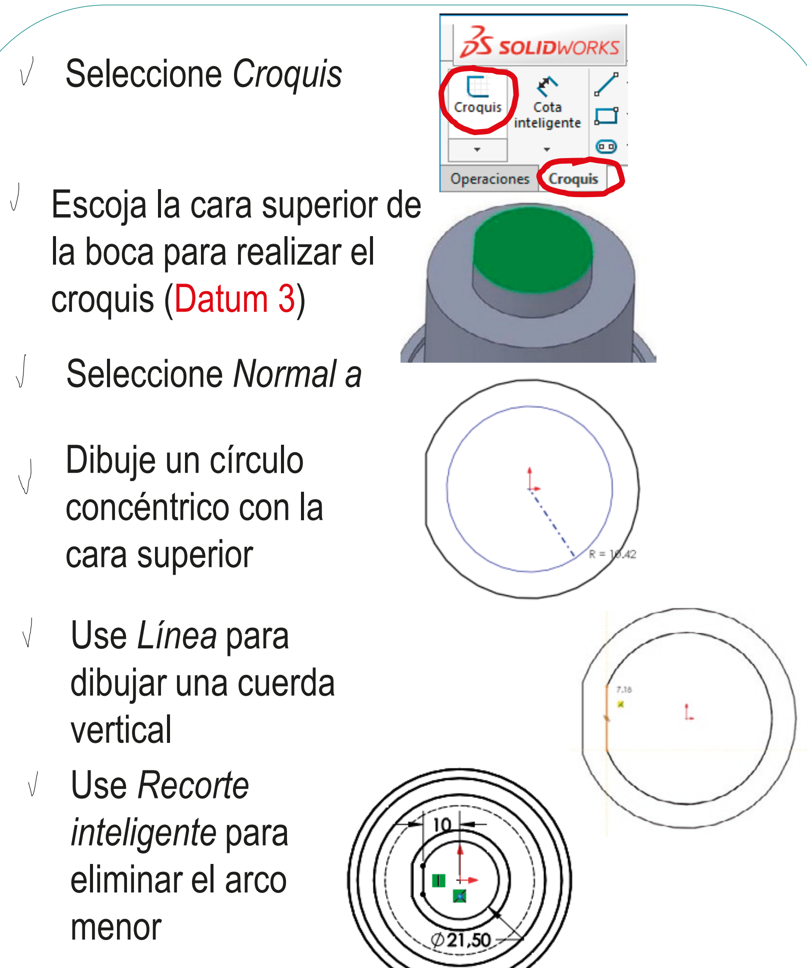
Los pasos para modelar la boca superior son:

√ Genere el perfil

√ Extruya el perfil

√ Genere un segundo perfil

√ Elimine el material sobrante



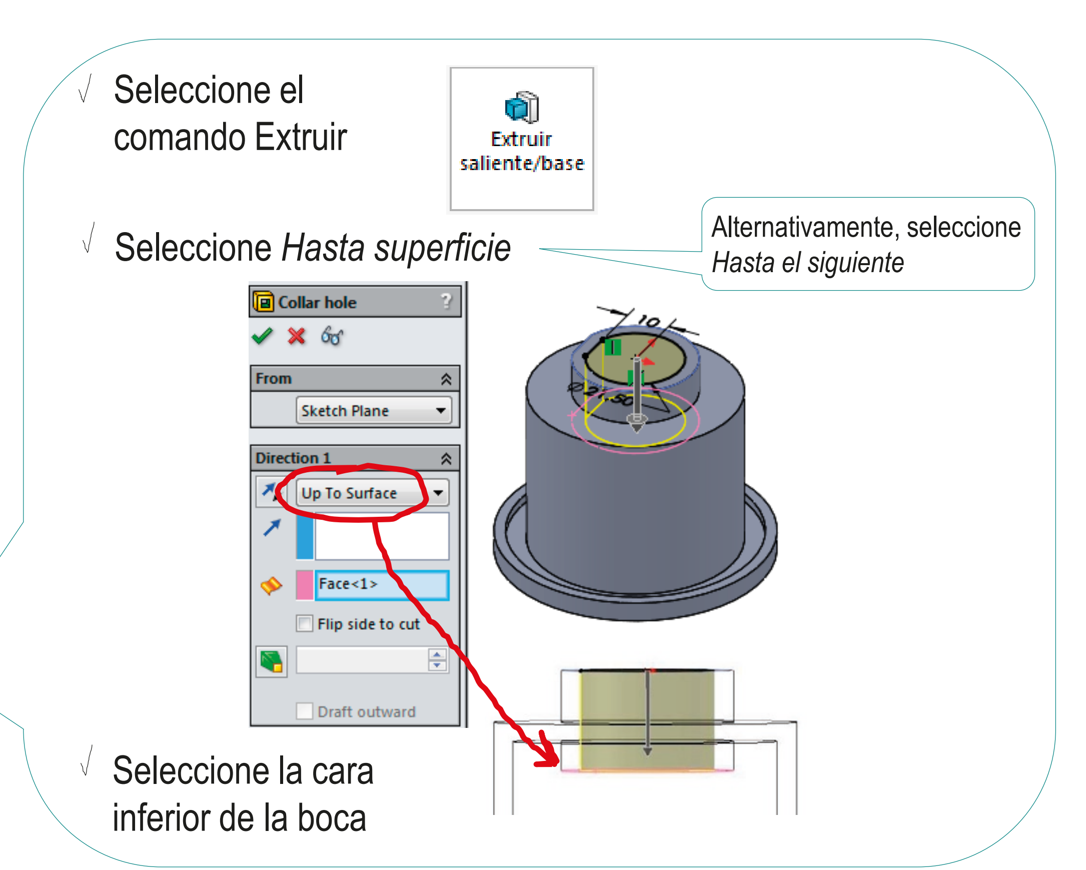
Los pasos para modelar la boca superior son:

√ Genere el perfil

√ Extruya el perfil

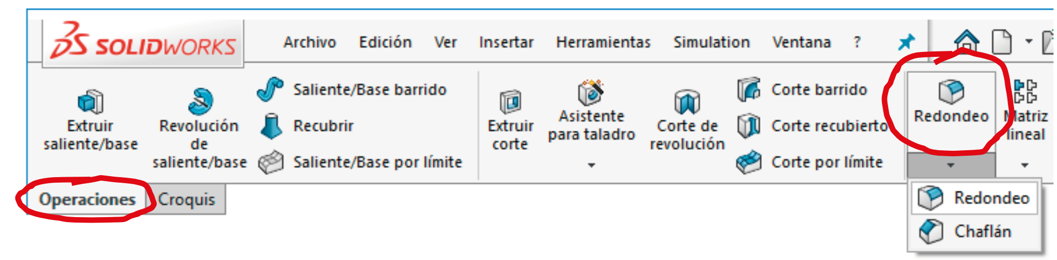
√ Genere un segundo perfil

√ Elimine el material sobrante

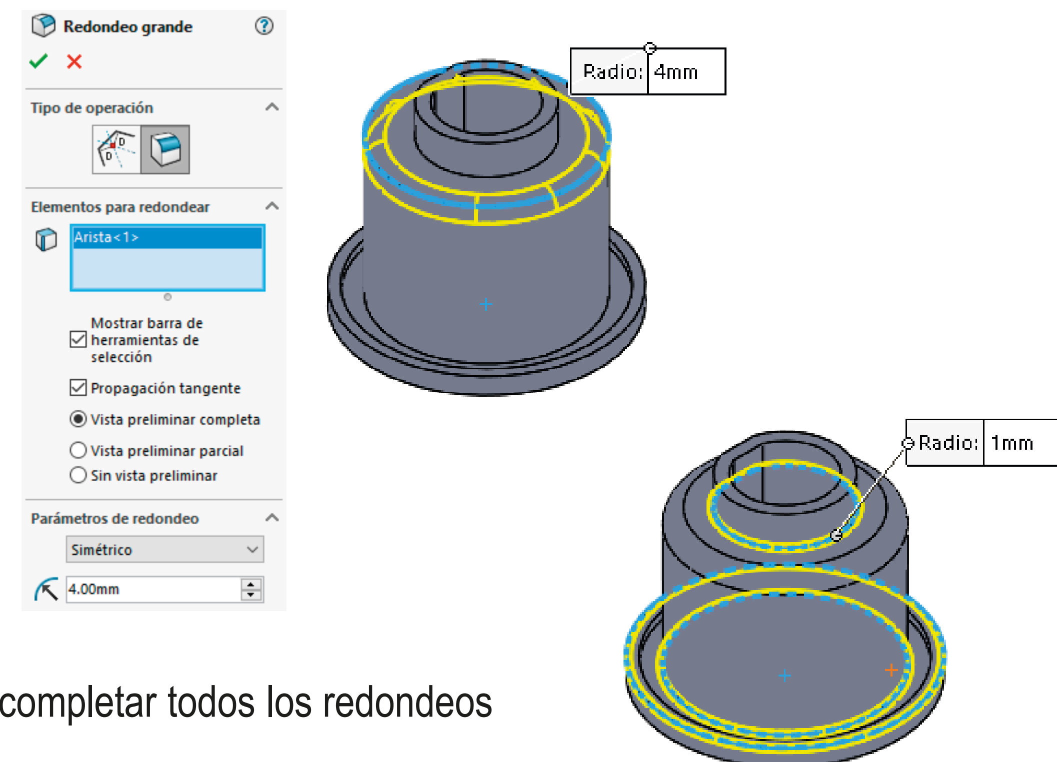


Añada los redondeos

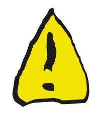
√ Escoja la operación *Redondeo*



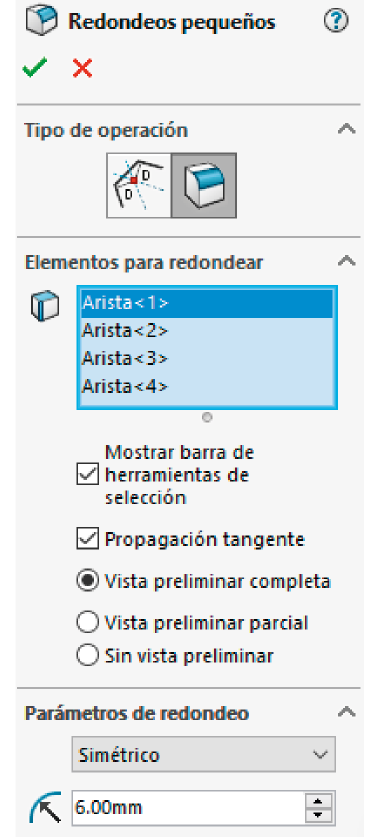
√ Seleccione todas las aristas con igual radio

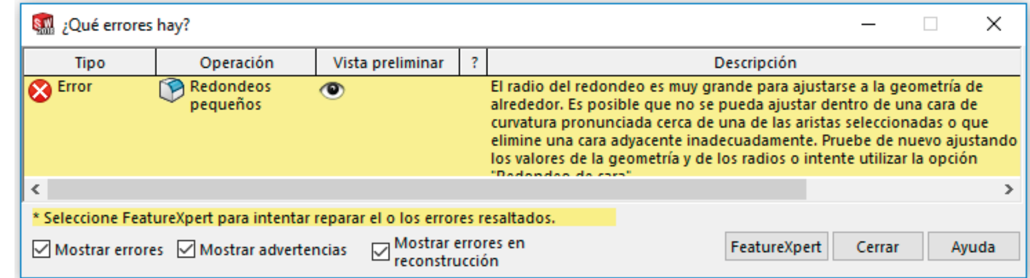


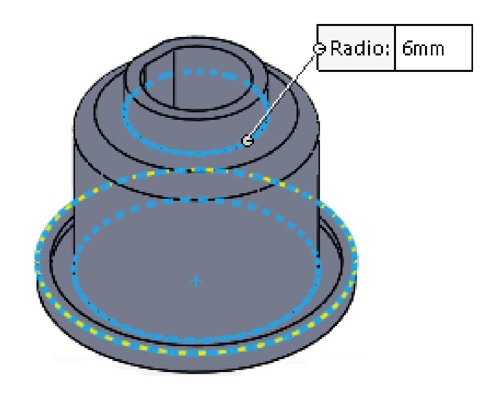
√ Repita hasta completar todos los redondeos



Escoger un radio excesivo en el redondeo, puede dar error



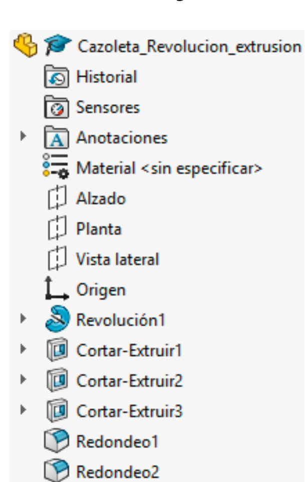




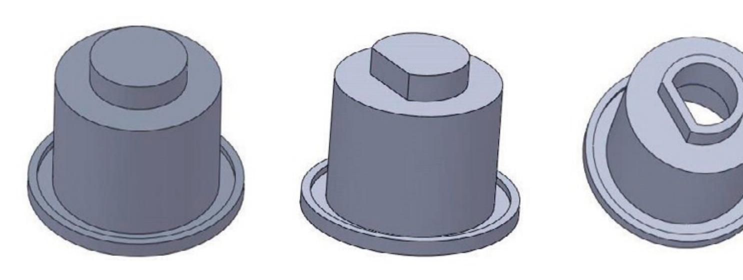
Tarea
Estrategia
Ejecución
Dibujo
Esquema
Modelo
Conclusiones

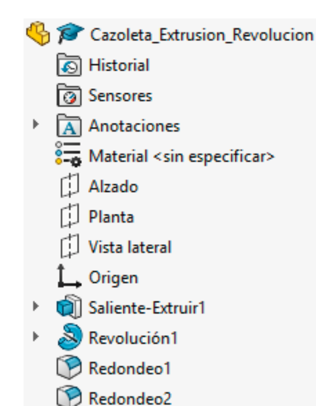


La secuencia de modelado propuesta no es única, hay variantes:

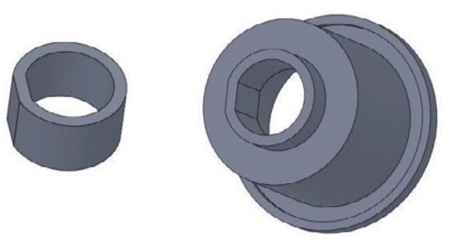


Ejemplo de otra secuencia igual de larga con operaciones sencillas





En este caso el proceso es más corto, pero la solución requiere más experiencia



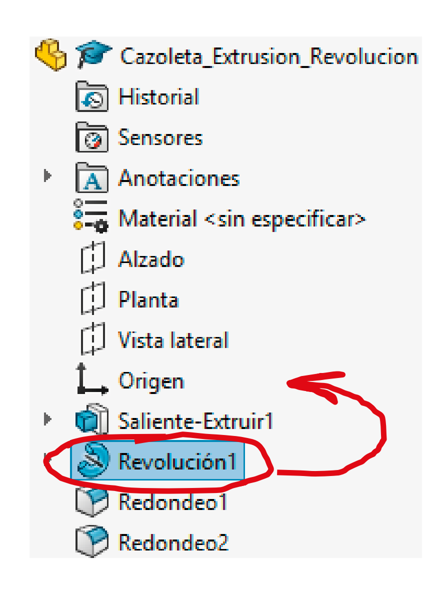
¡Es bueno explorar variantes intentando cambios de secuencia!

ISBN: 978-84-18432-81-1

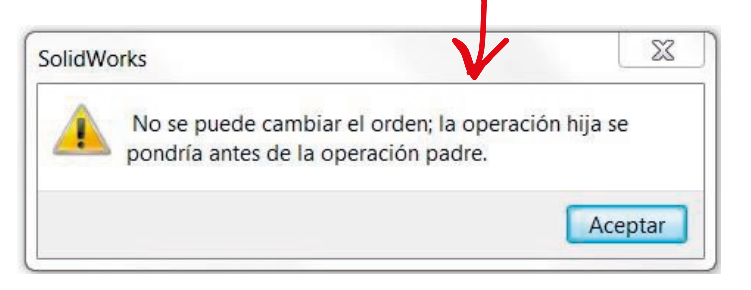
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



No siempre se puede cambiar la secuencia de operaciones para explorar variantes del árbol del modelo



No es posible el cambio de secuencias ya que el "cortar-extruir" (hijo) ha sido creado a partir de la "revolución" (padre)





¡¡Eliminar una operación padre implica eliminar todas las operaciones hijas!!

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Hay que analizar los objetos antes de modelarlos

El análisis debe dar lugar a:
- √ Dibujos de detalle
- √ Esquemas de modelado

Cuando se tiene experiencia, los dibujos y esquemas pueden ser mentales

2 Hay que elegir bien los planos de referencia

Las referencias deben ser estables frente a modificaciones del diseño

3 Hay que buscar una secuencia de modelado eficiente y sencilla

Hay que tener mucho cuidado al editar la secuencia de modelado

Cambiar la secuencia puede cambiar el modelo

Puede derivar en procesos de modelado más largos y ¡¡errores!!

ISBN: 978-84-18432-81-1

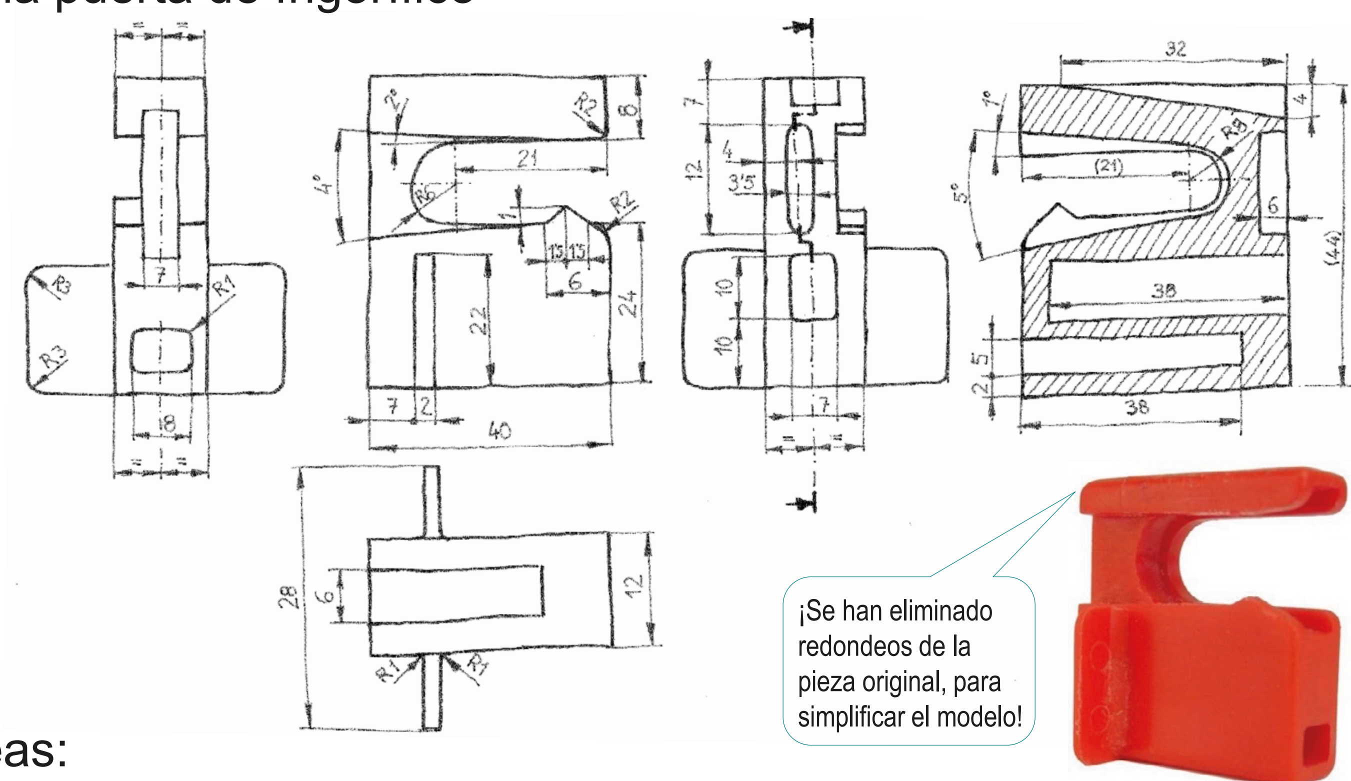
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejercicio 1.3.5. Pinza de embalaje

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La figura muestra el dibujo de diseño de una pinza de embalaje de una puerta de frigorífico



Tareas:

A Describa brevemente el proceso más apropiado para obtener un modelo sólido de la pinza

Utilice los esquemas que considere oportunos

B Obtenga el modelo sólido de la pieza

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La estrategia es sencilla, porque cada apartado requiere una tarea:

1 Para representar el proceso de modelado hay que hacer un esquema semejante al árbol del modelo que se pretende obtener

¿Cómo?
¡Se dibuja a mano alzada, siguiendo una estructura de árbol!

¿Por qué?
¡Antes de modelar, hay que definir siempre un esquema del proceso de modelado!

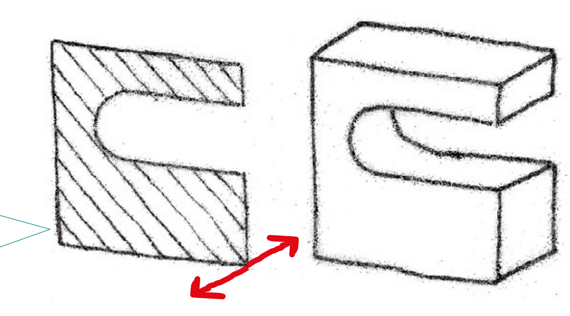
2 El modelo se obtiene ejecutando los pasos descritos en el esquema anterior

¡cuando se tiene experiencia el esquema puede ser mental!

Defina el proceso de modelado de la pieza:

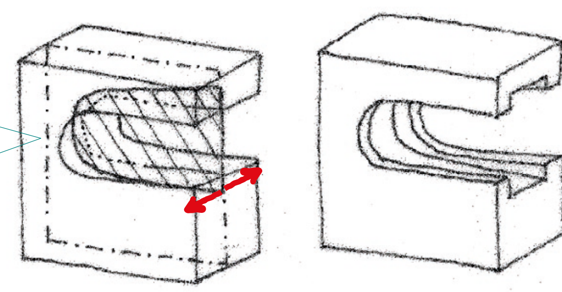
√ Obtenga el cuerpo principal por extrusión simétrica del perfil principal

Utilice el alzado como plano de croquis



√ Obtenga la ranura interior por extrusión simétrica de su perfil

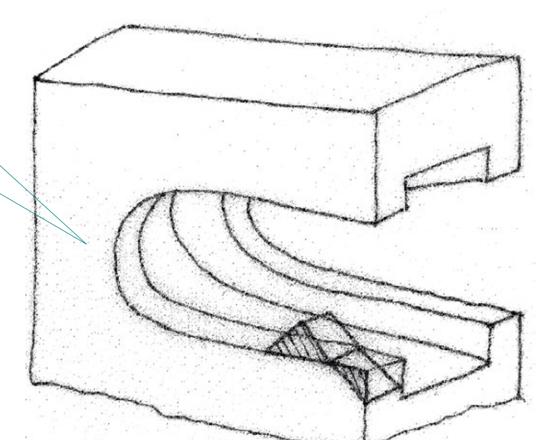
Utilice el alzado como plano de croquis



√ Obtenga el pico de la pinza por extrusión de su perfil triangular

√ Obtenga la rampa de la pinza por extrusión de su perfil triangular

Utilice la cara lateral del cuerpo principal como plano de croquis

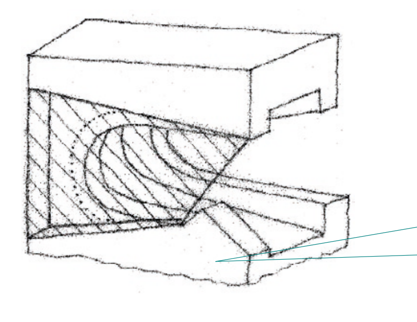


ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

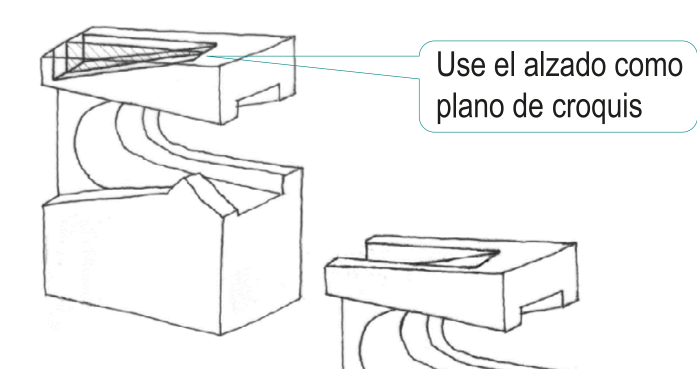
Tarea
Tarea
Estrategia
Ejecución
Esquema
Modelo
Conclusiones

- √ Obtenga la ranura lateral por extrusión de su perfil



Use la cara lateral del cuerpo principal como plano de croquis

Use el alzado como plano de croquis



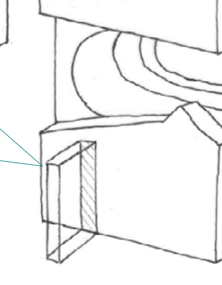
- √ Obtenga la ranura superior por corte extruido de su perfil

- √ Repita el procedimiento para obtener el resto de ranuras

Use las caras delantera y trasera del cuerpo principal como planos de croquis

- √ Obtenga una pestaña por extrusión de su perfil triangular

Use la cara lateral del cuerpo principal como plano de croquis



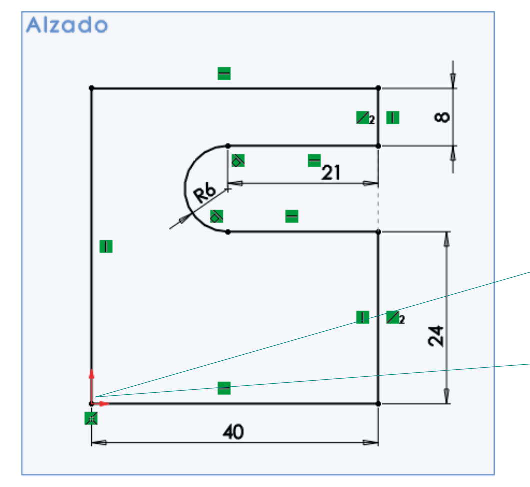
- √ Obtenga la otra pestaña por simetría

- √ Complete la pieza añadiendo los redondeos

Ejecución

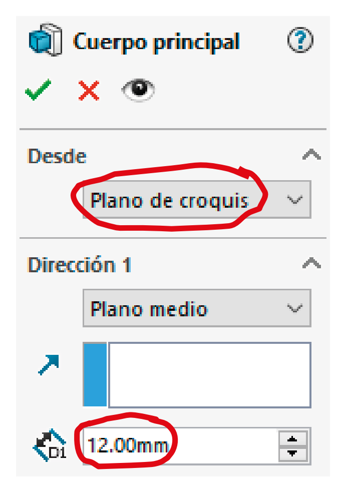
Obtenga el cuerpo principal:

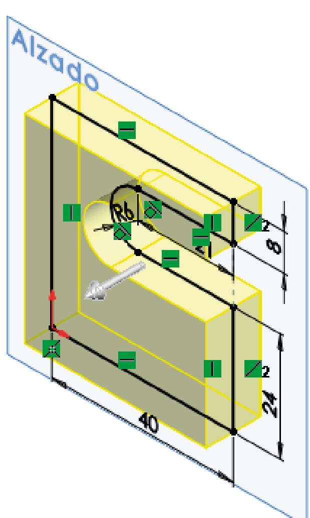
- √ Seleccione el alzado como plano de trabajo
- √ Dibuje el perfil
- √ Añada las restricciones necesarias
- √ Acote



Haciendo coincidir el vértice trasero inferior con el origen de coordenadas se consigue una pieza apoyada en la planta y con su parte trasera coincidente con el plano de vista lateral

- √ Extruya a ambos lados del plano de trabajo





ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

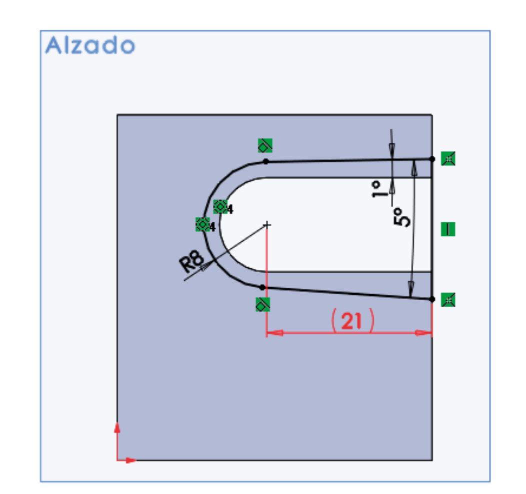
Ejecución

Obtenga la parte interior de la ranura de la pinza:

- Seleccione el alzado como plano de trabajo

  Para que la ranura quede centrada respecto al cuerpo principal

- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias
- Acote



- Extruya a ambos lados del plano de trabajo

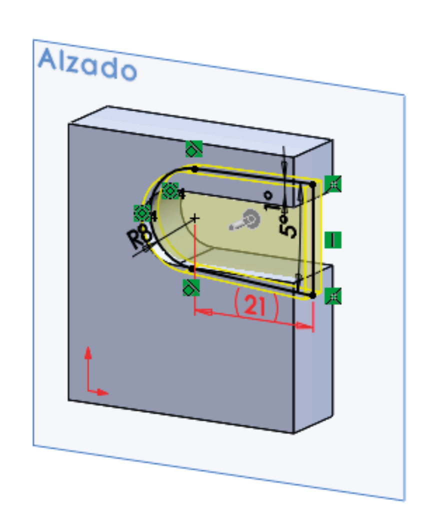
  Para que la ranura quede centrada respecto al cuerpo principal

Ranura de pinza

Desde
Plano de croquis

Dirección 1
Plano medio

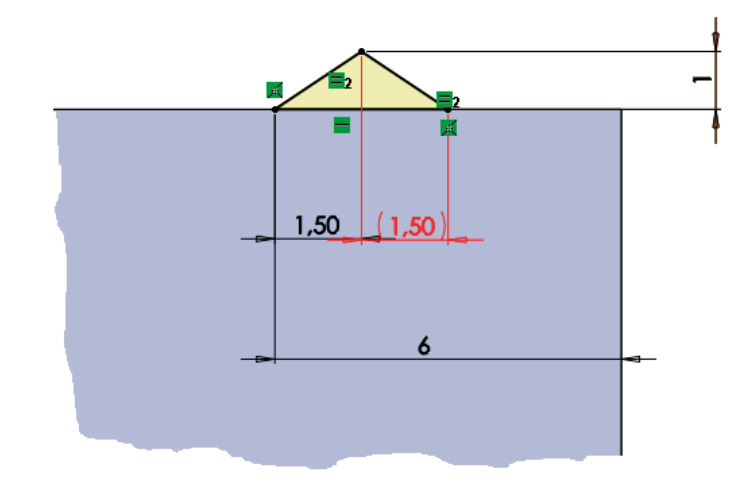
D1 7.00mm



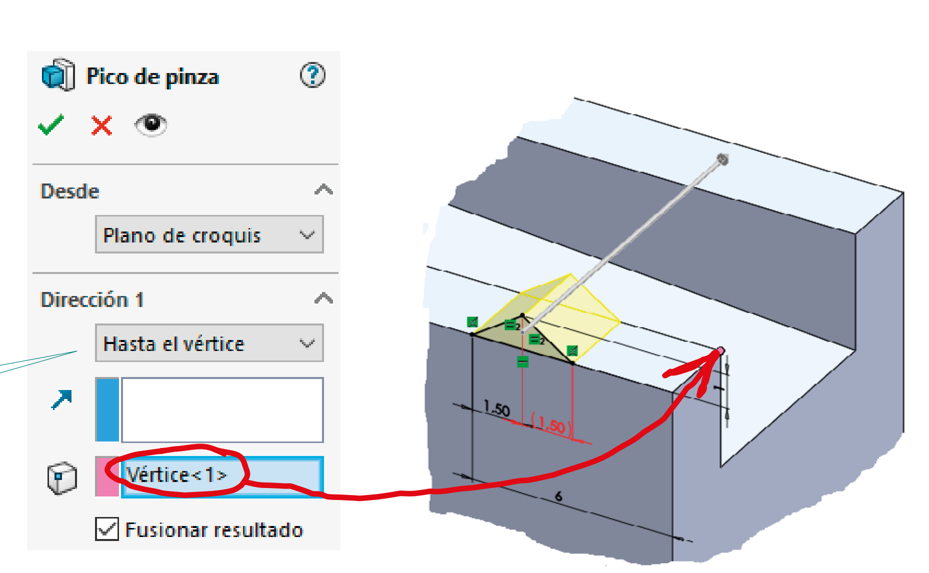
Ejecución

Obtenga el pico de la pestaña:

- Seleccione la cara lateral del cuerpo principal como plano de trabajo
- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias
- Acote



- Extruya a un lado del plano de trabajo hasta igualar el espesor de la ranura



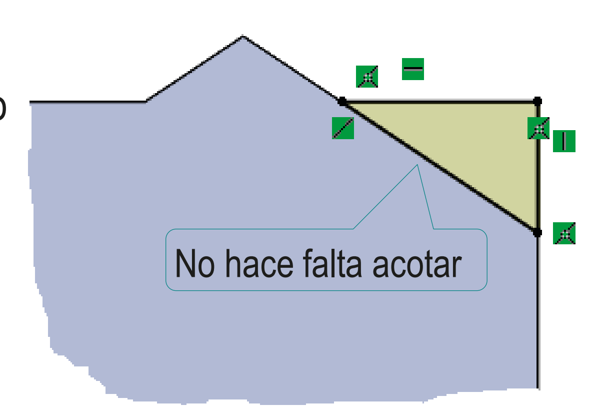
El espesor del pico se iguala al espesor de la pared de la ranura, sin necesidad de duplicar cotas

ISBN: 978-84-18432-81-1

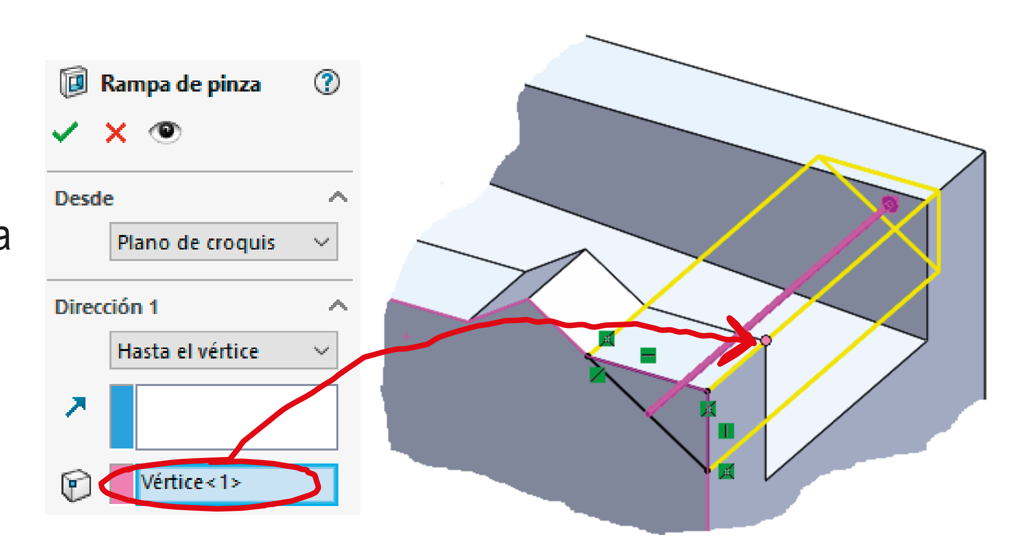
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga la rampa de la pestaña:

- Seleccione la cara lateral del cuerpo principal como plano de trabajo
- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias

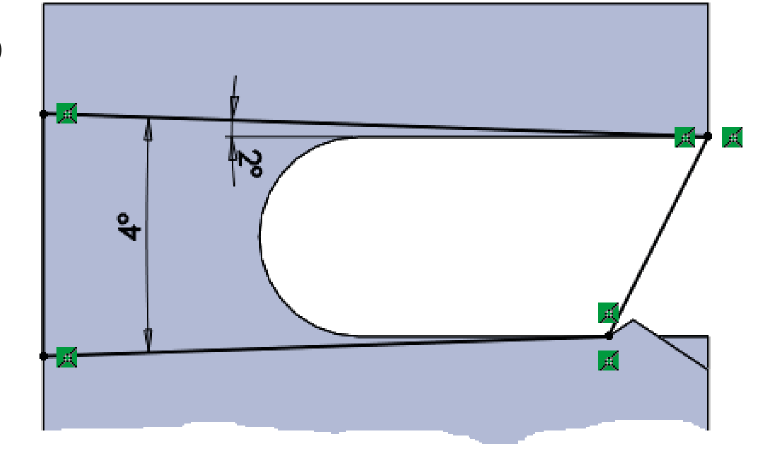


- Extruya a un lado del plano de trabajo hasta igualar el espesor de la ranura

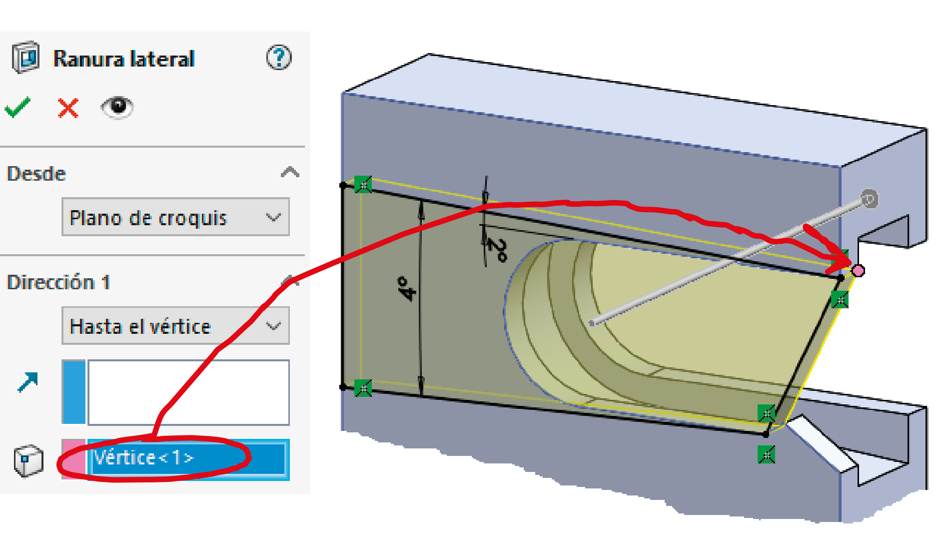


Obtenga la ranura lateral:

- Seleccione la cara lateral del cuerpo principal como plano de trabajo
- Dibuje el perfil (evitando la pestaña)
- Añada las restricciones necesarias
- Acote



- Extruya a un lado del plano de trabajo hasta igualar el espesor de la ranura



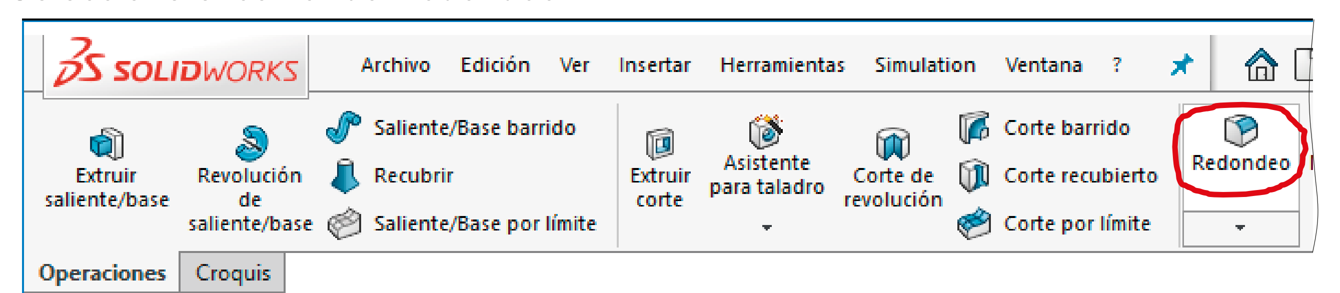
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

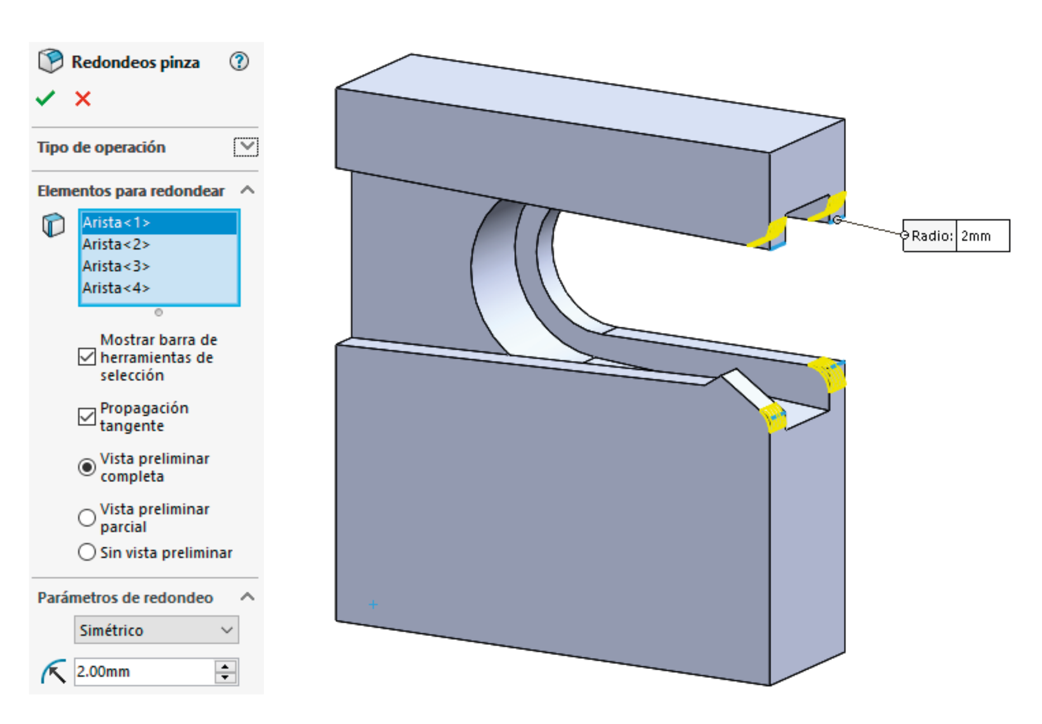
Añada los redondeos de la pinza:

√ Seleccione el comando *Redondeo*



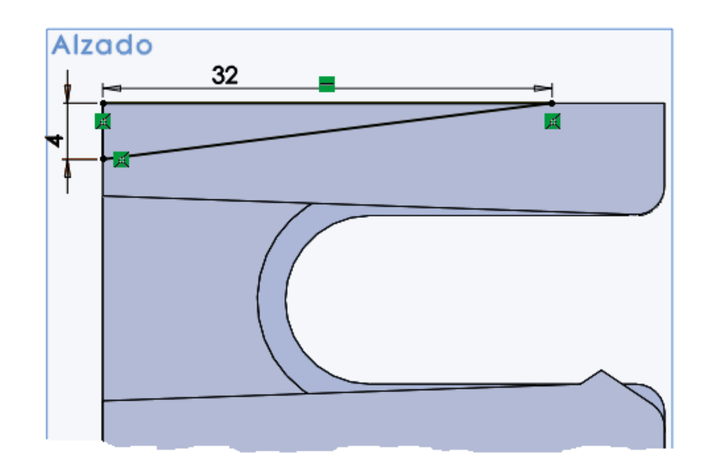
√ Seleccione el radio

√ Seleccione las aristas a redondear

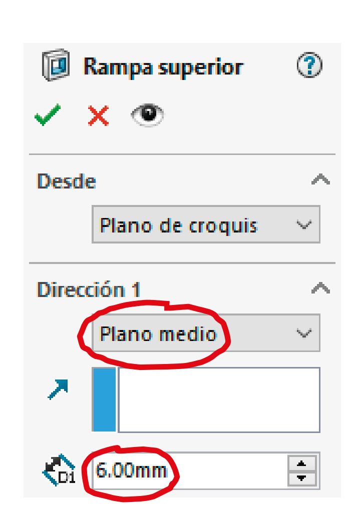


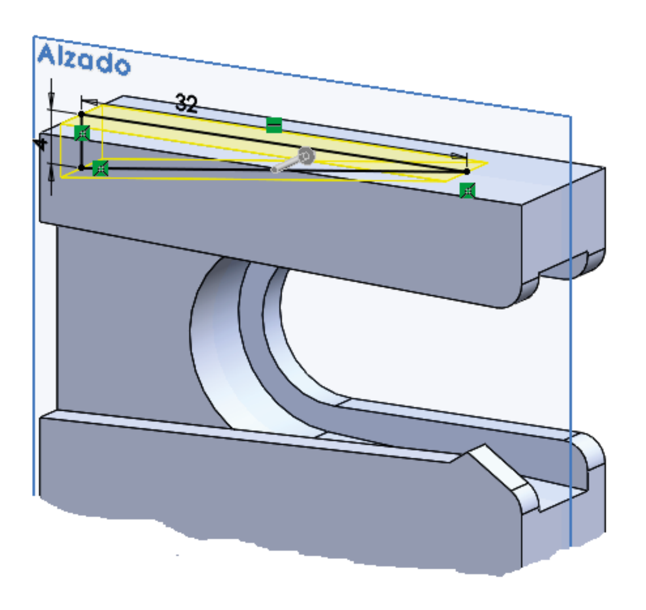
Obtenga la rampa superior:

- Seleccione el alzado como plano de trabajo
- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias
- Acote



- Extruya a ambos lados del plano de trabajo

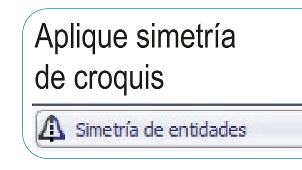


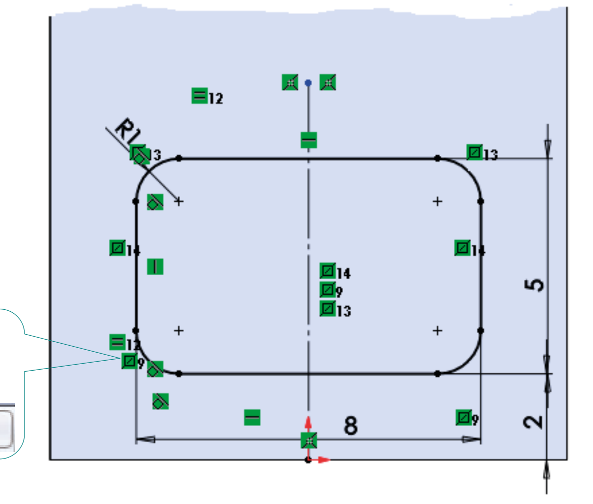


Ejecución

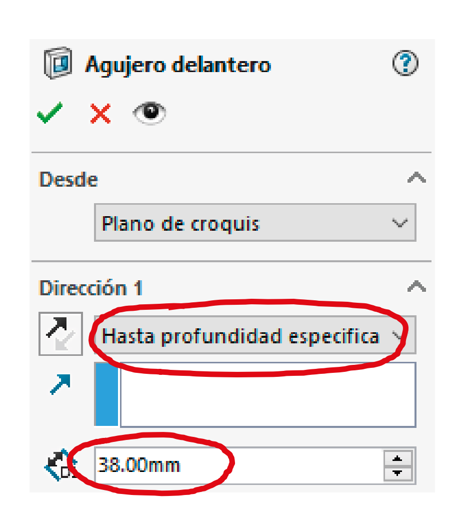
Obtenga el agujero prismático:

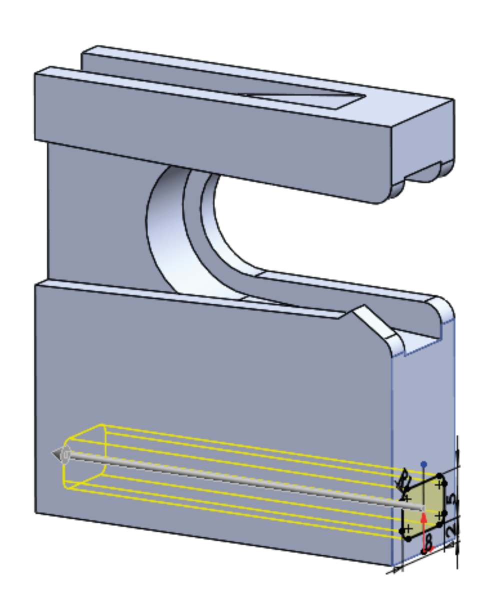
- Seleccione la cara delantera del cuerpo principal como plano de trabajo
- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias
- Acote





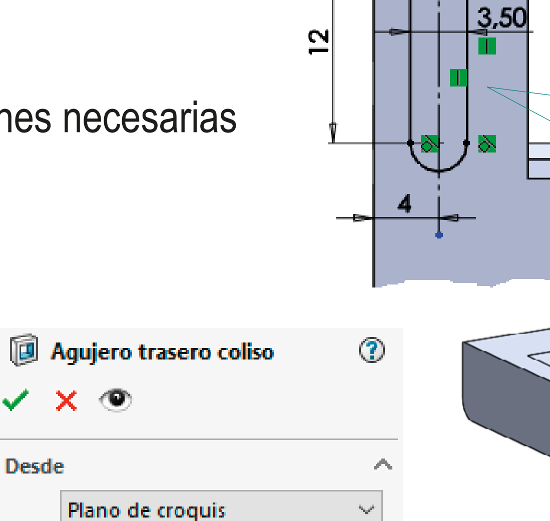
- Extruya hasta la profundidad requerida





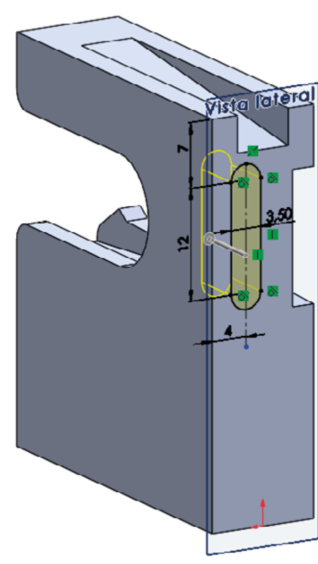
Obtenga el agujero trasero coliso y ciego:

- Seleccione la cara trasera del cuerpo principal como plano de trabajo
- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias
- Acote



¡Observe que se ha acotado para mantener las simetrías locales y permitir modificar las medidas!

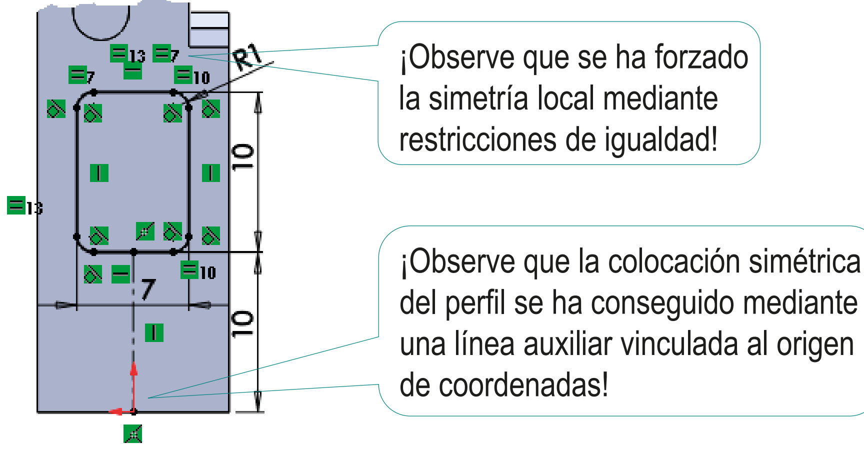
- Extruya hasta la profundidad especificada



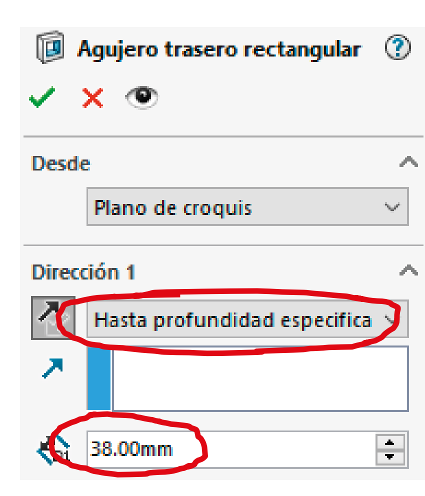
Ejecución

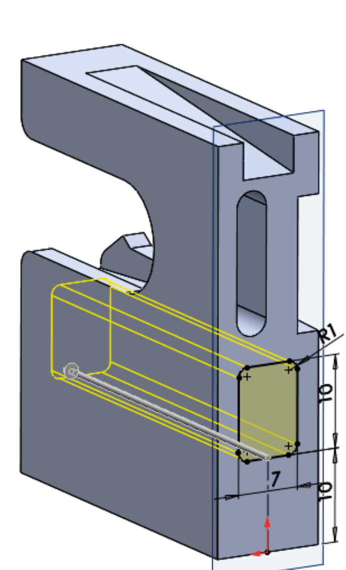
Obtenga el agujero trasero rectangular y ciego:

- Seleccione la cara trasera del cuerpo principal como plano de trabajo (Datum 4)
- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias
- Acote



- Extruya hasta la profundidad especificada

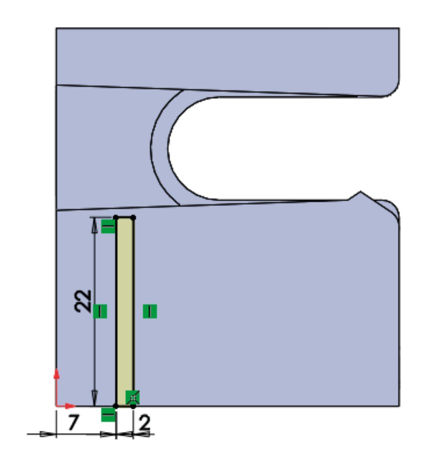




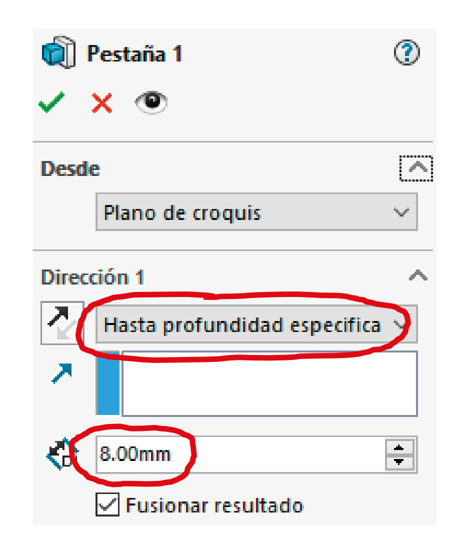
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

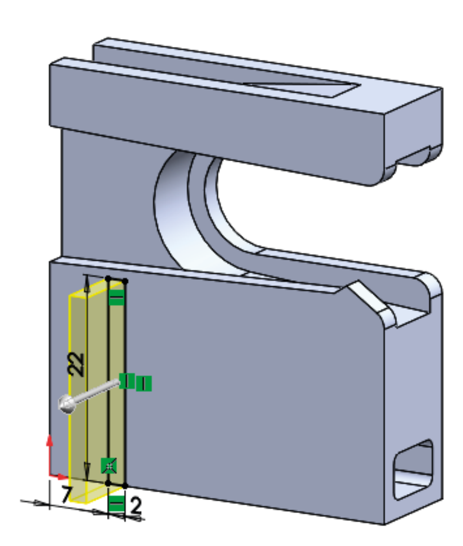
Obtenga la pestaña izquierda:

- Seleccione la cara lateral del cuerpo principal como plano de trabajo
- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias
- Acote



- Extruya hasta la profundidad especificada





ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

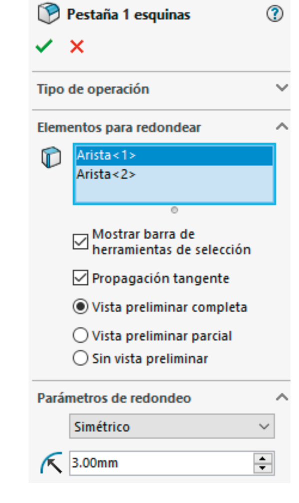
Añada los redondeos de la aleta izquierda:

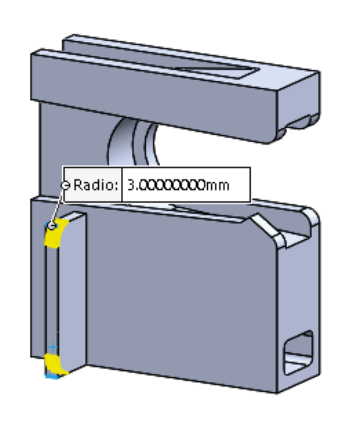
√ Seleccione el comando *Redondeo*



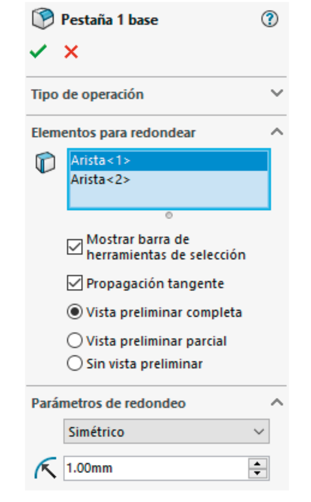
√ Seleccione el radio

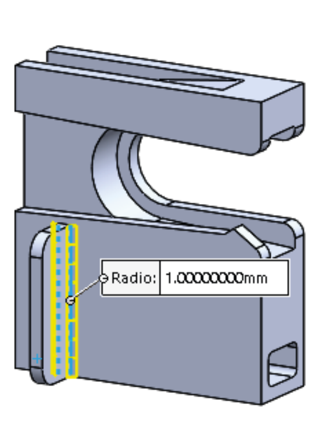
√ Seleccione las aristas a redondear





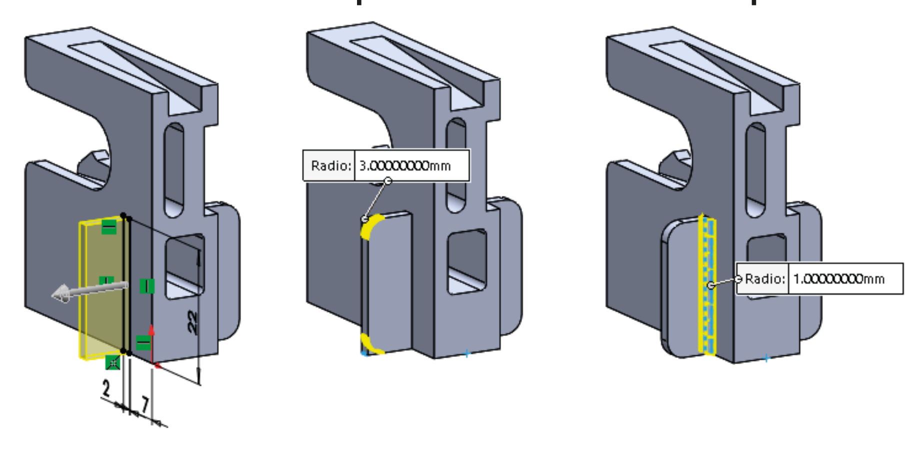
√ Repita el procedimiento, para los redondeos con otro radio

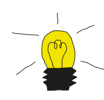




Ejecución

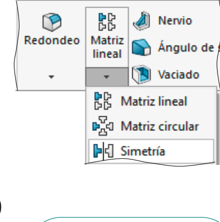
Obtenga la aleta derecha repitiendo el mismo proceso:





Alternativamente, obtenga la aleta derecha por simetría:

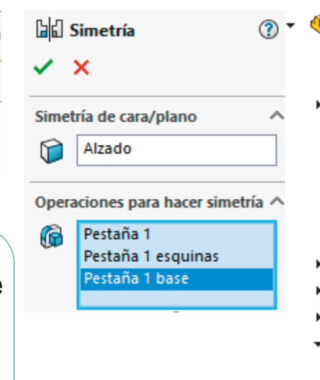
√ Seleccione el comando *Simetría*

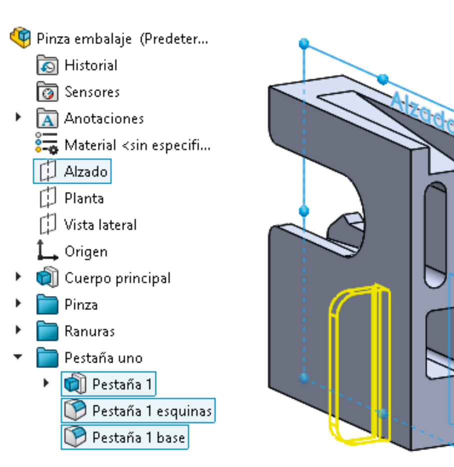


√ Seleccione el alzado como plano de simetría

√ Seleccione las operaciones de la pestaña

¡Si la operación simetría produce error, aplique la simetría a cada operación por separado!





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Hay que analizar los objetos antes de modelarlos

El análisis debe dar lugar a:

- √ Planos de detalle
- √ Esquemas de modelado

Cuando se tiene experiencia, los esquemas pueden simplificarse

2 Hay que seleccionar los planos de croquis apropiados

- √ El alzado sirve para modelar el cuerpo principal, la ranura central, la rampa superior y la aleta simétrica
- √ La cara lateral del cuerpo principal sirve para modelar el pico de la pinza, la ranura lateral y una aleta
- √ La cara delantera del cuerpo principal permite hacer el agujero delantero
- √ La cara trasera del cuerpo principal (que coincide con la vista lateral) permite hacer los agujeros traseros

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

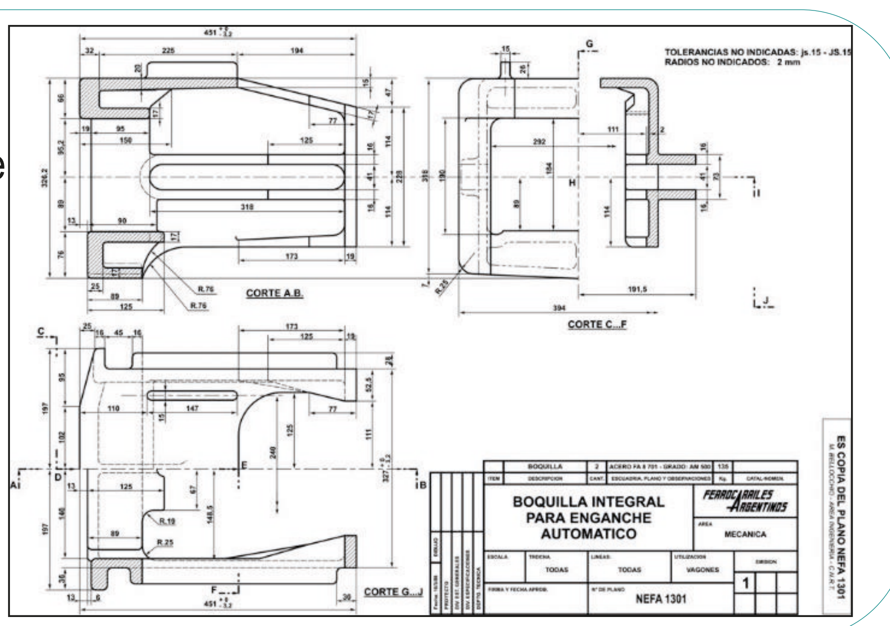
Ejercicio 1.3.6. Boquilla integral para enganche automático

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La figura de la página siguiente, muestra el dibujo de diseño de una boquilla integral para enganche automático de un vagón de ferrocarril

Se trata de una variante de un dibujo original de los Ferrocarriles Argentinos



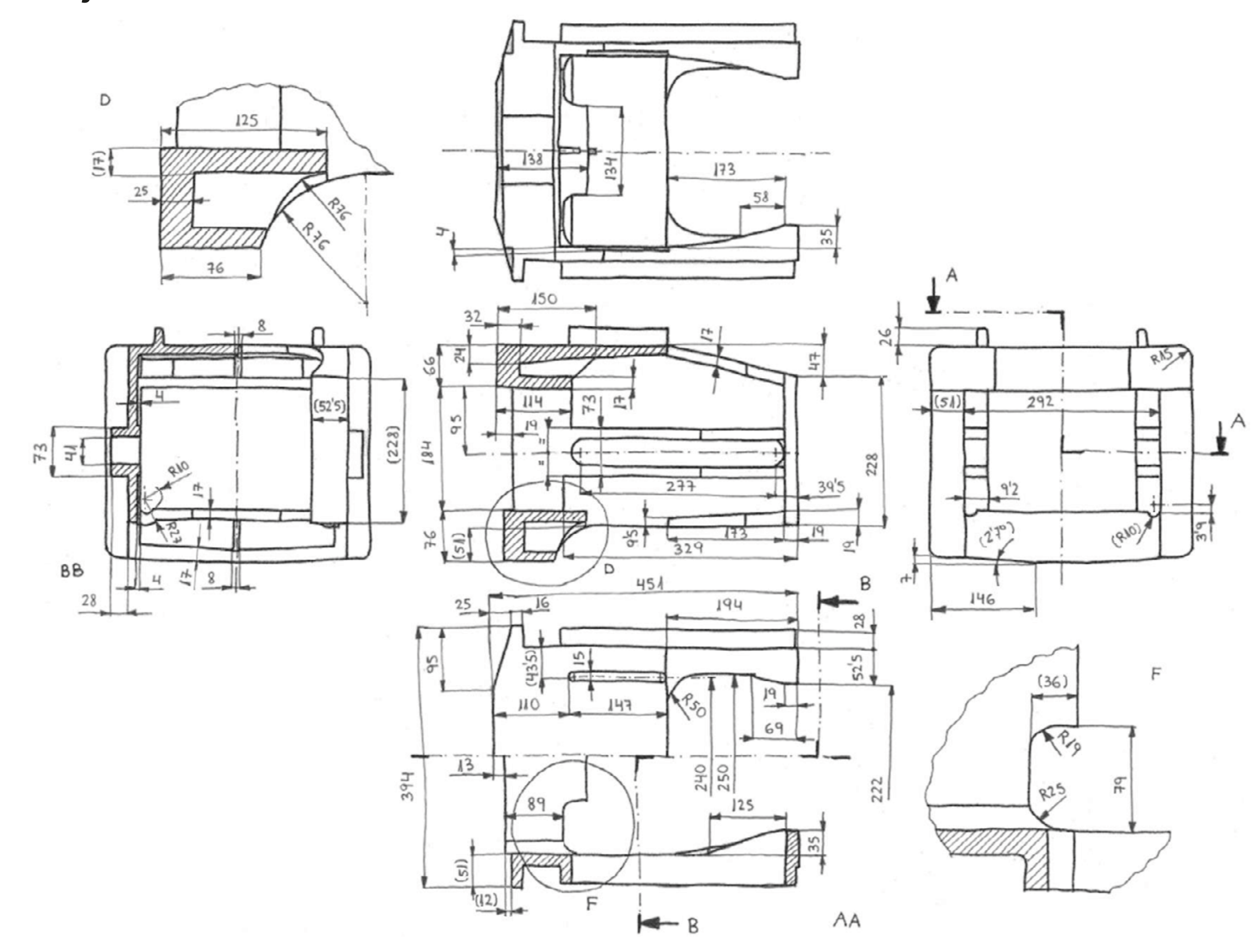
Tareas:

A Describa brevemente el proceso de modelado más apropiado para obtener el sólido

Utilice los esquemas que considere oportunos

B Obtenga el modelo sólido de la pieza

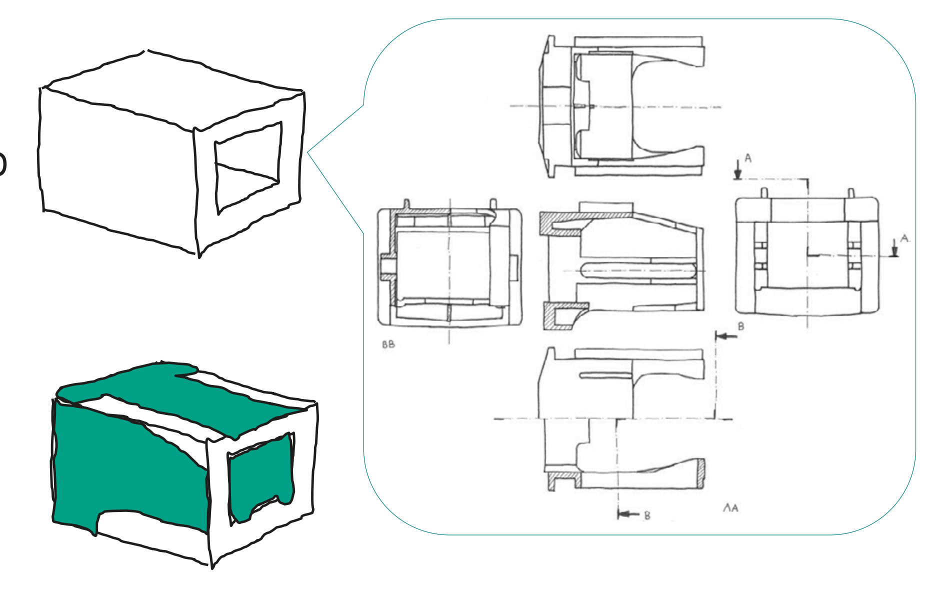
Dibujo de diseño:



Estrategia

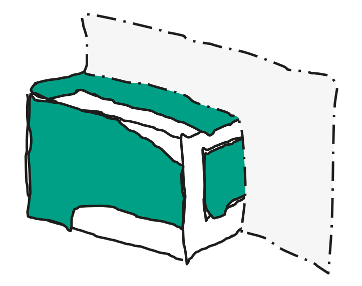
Dado que la geometría es compleja, es crítico separar la forma principal de los detalles:

- √ Analizando la pieza se observa que la forma principal es un prisma hueco
- √ Pero esa forma prismática está muy modificada, por lo que conviene generarla combinando extrusiones de los contornos según las tres direcciones principales



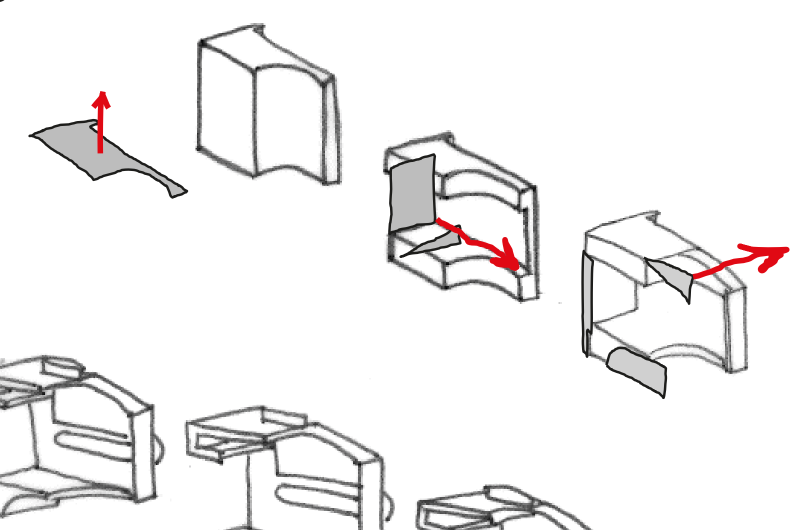


El proceso de modelado se puede simplificar mucho aprovechando la simetría bilateral del objeto



En consecuencia, la estrategia más apropiada es:

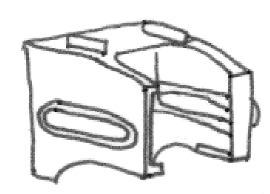
1 Combine las extrusiones de las mitades simétricas de los tres contornos principales, para obtener la mitad del cuerpo principal



2 Modifique el cuerpo principal añadiendo y/o eliminando las variaciones locales

3 Añada las ranuras y nervios

4 Aplique la simetría para obtener la pieza completa



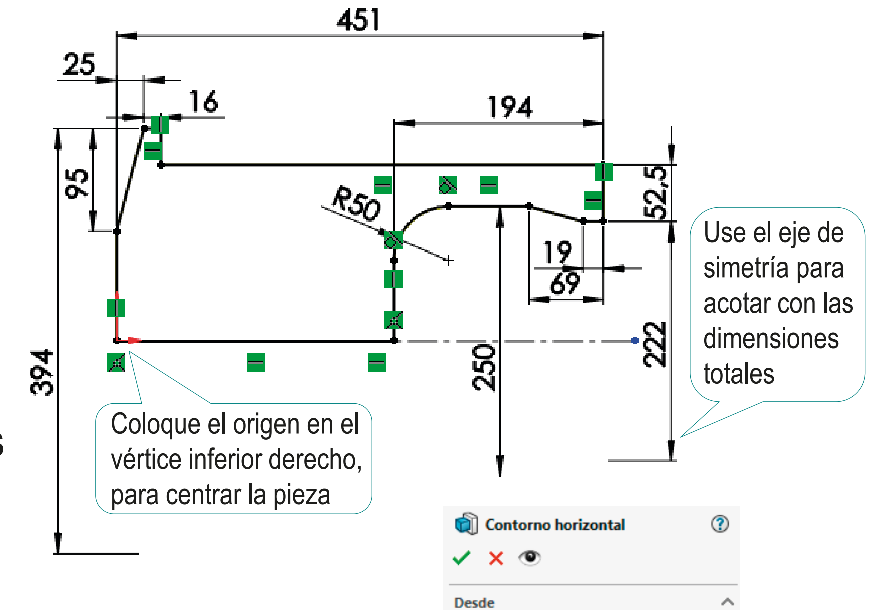
5 Añada redondeos y chaflanes para obtener la pieza final

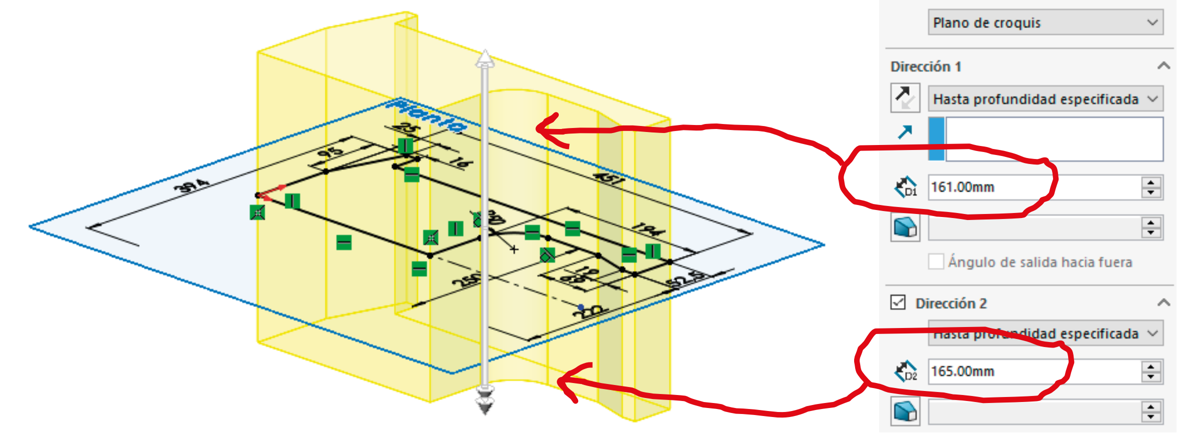
Es mejor trabajar con la geometría final para los nervios que se propagan a través del plano de simetría

Obtenga el núcleo del cuerpo principal:

- Seleccione la planta como plano de trabajo
- Dibuje el contorno de la base
- Extruya en dos direcciones

Para que, luego, la planta sea el plano de simetría local de las ranuras colisas horizontales

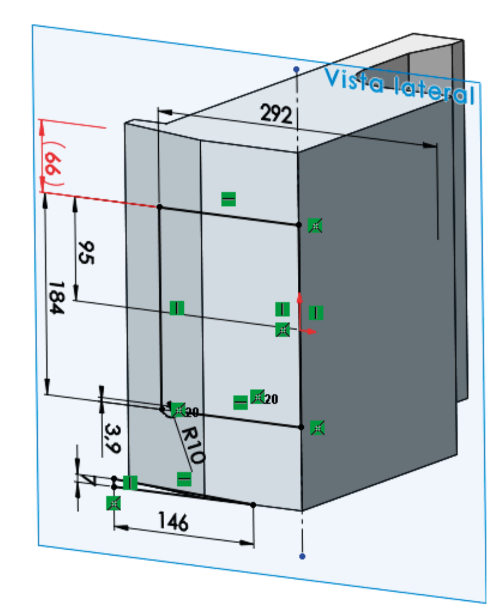




Obtenga el vaciado del contorno lateral:

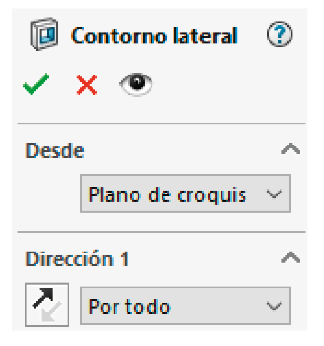
√ Seleccione la vista lateral como plano de trabajo

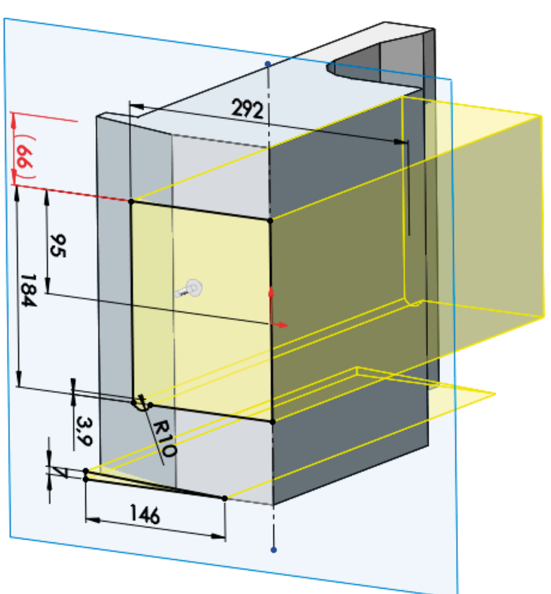
Coincide con la cara lateral izquierda de la pieza, gracias a la colocación del origen del primer croquis



√ Dibuje el perfil

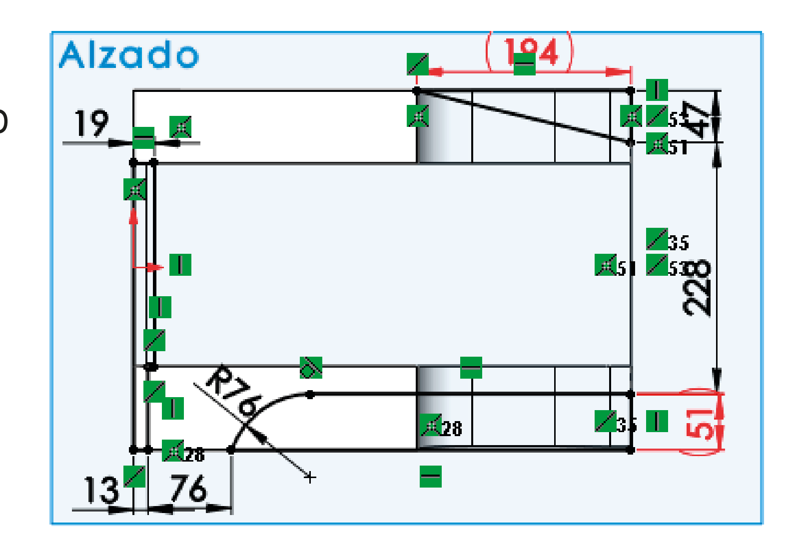
√ Extruya el corte





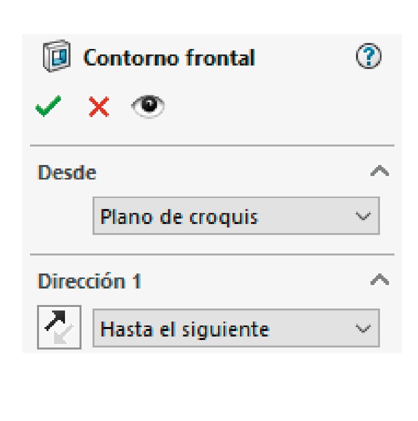
Elimine los cantos del contorno frontal:

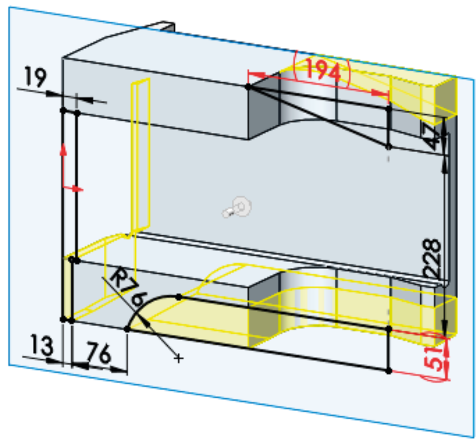
√ Seleccione el alzado como plano de trabajo



√ Dibuje el perfil del vaciado

√ Extruya el corte





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Retoque la pared lateral derecha:

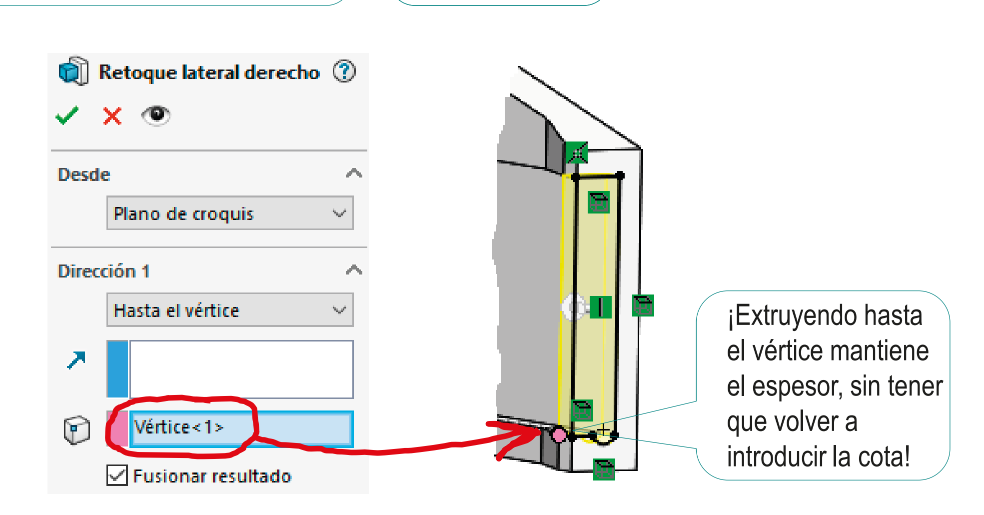
- Use la cara lateral derecha del modelo como plano de trabajo
- Dibuje el perfil

Utilice *Convertir entidades*, para que el croquis coincida con el contorno a cerrar

Convertir entidades

¡El croquis queda definido con las restricciones geométricas!

- Extruya



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea

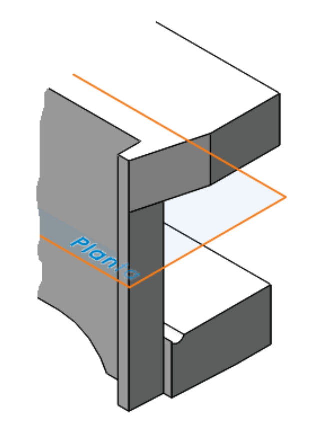
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Retoque el rebaje del marco lateral izquierdo:

- Seleccione la planta como plano de trabajo



¡Sitúe el croquis alineado con el borde del marco a recortar!

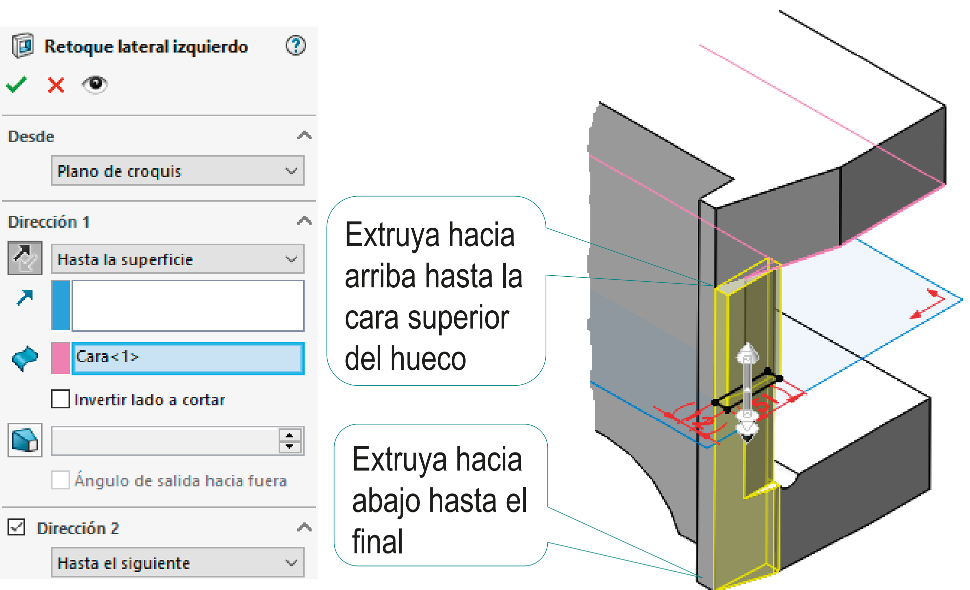
Planta

12

51

- Dibuje el perfil

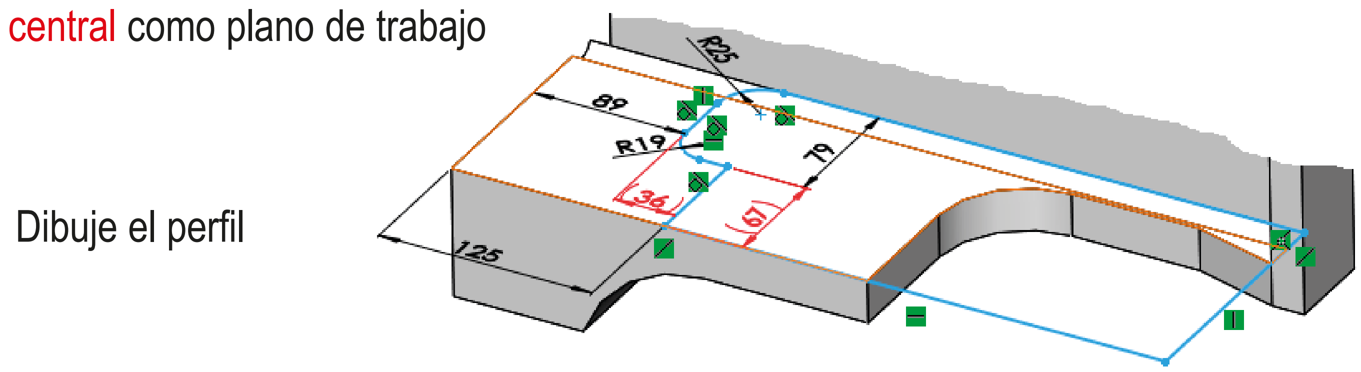
- Extruya el corte en dos direcciones



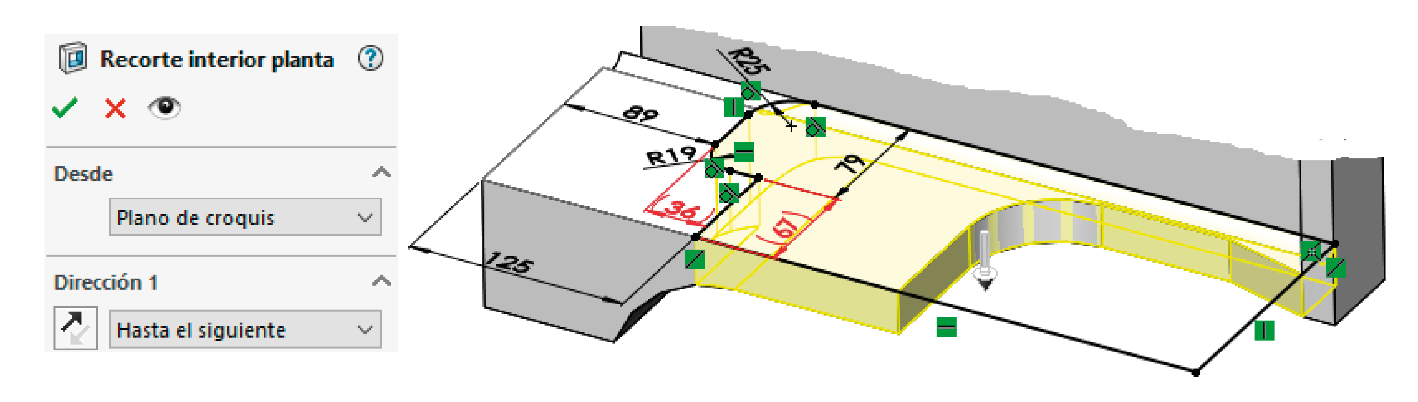
Recorte el interior de la planta:

√ Seleccione la cara inferior del agujero central como plano de trabajo

√ Dibuje el perfil



√ Extruya el corte



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Obtenga los escalones interiores del alzado:

- Seleccione la cara lateral del hueco central como plano de trabajo

¡Para garantizar el alineamiento, dibuje con líneas auxiliares la ranura que tendrá que modelar después!

- Dibuje el perfil

- Extruya el corte en dos direcciones

Para producir los escalones en la pared

Para recortar el contorno de la zona central

Escalón interior del alz...

Desde

Plano de croquis

Dirección 1

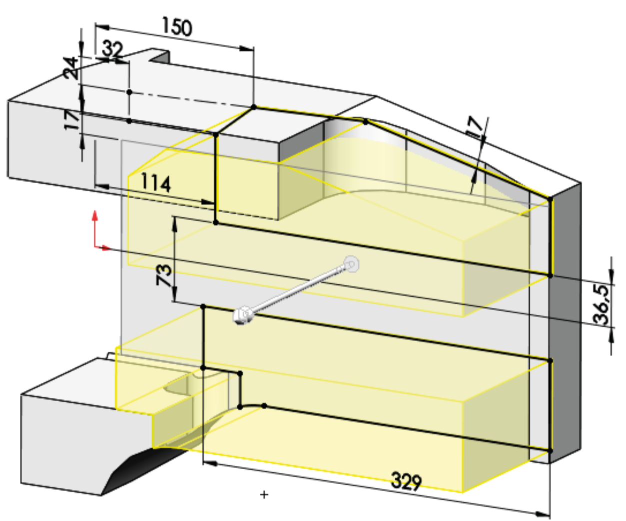
Hasta profundidad espe

4.00mm

Dirección 2

Hasta profundidad espe

146.00mm



ISBN: 978-84-18432-81-1

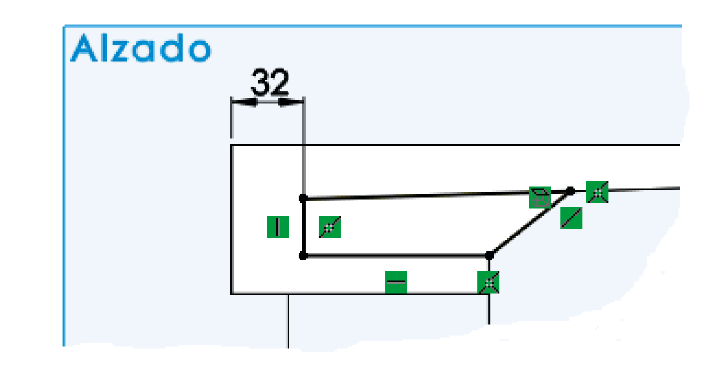
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

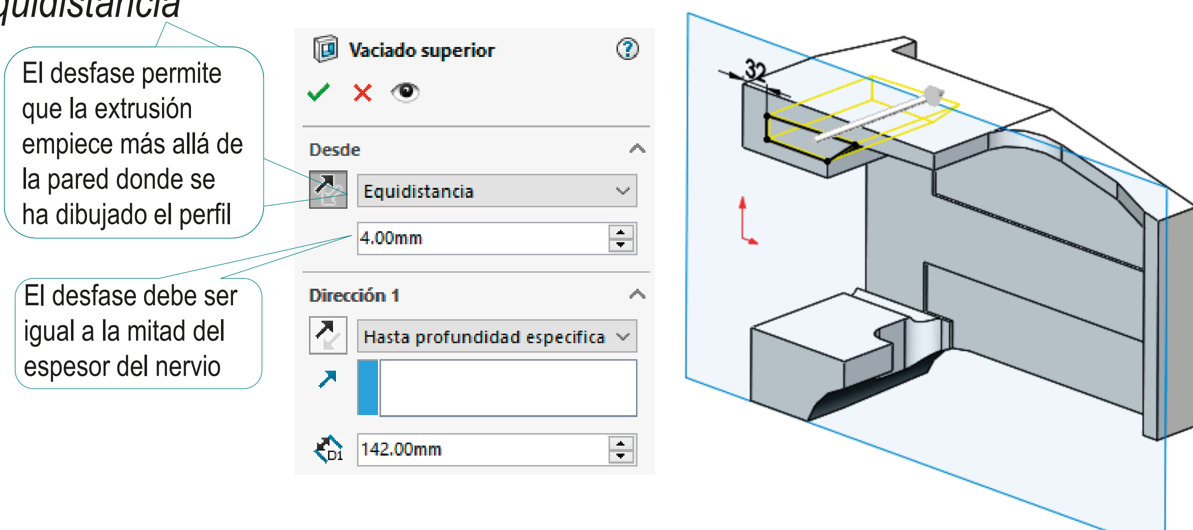
Obtenga el vaciado superior:

- Seleccione el alzado como plano de trabajo

- Dibuje el perfil



- Extruya el corte con *Equidistancia*

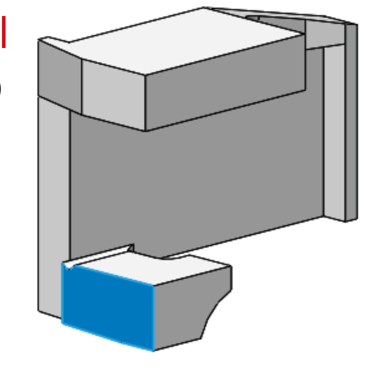


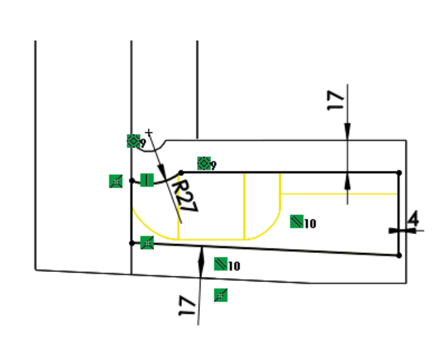
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga el vaciado inferior:

- Seleccione la cara lateral trasera del modelo como plano de trabajo

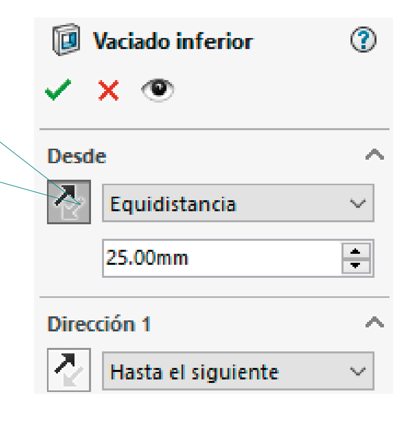


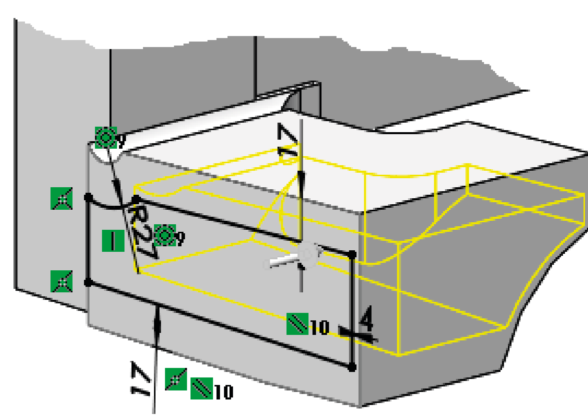


- Dibuje el perfil

- Extruya el corte con *Equidistancia*

El desfase permite que la extrusión empiece más allá de la pared donde se ha dibujado el perfil





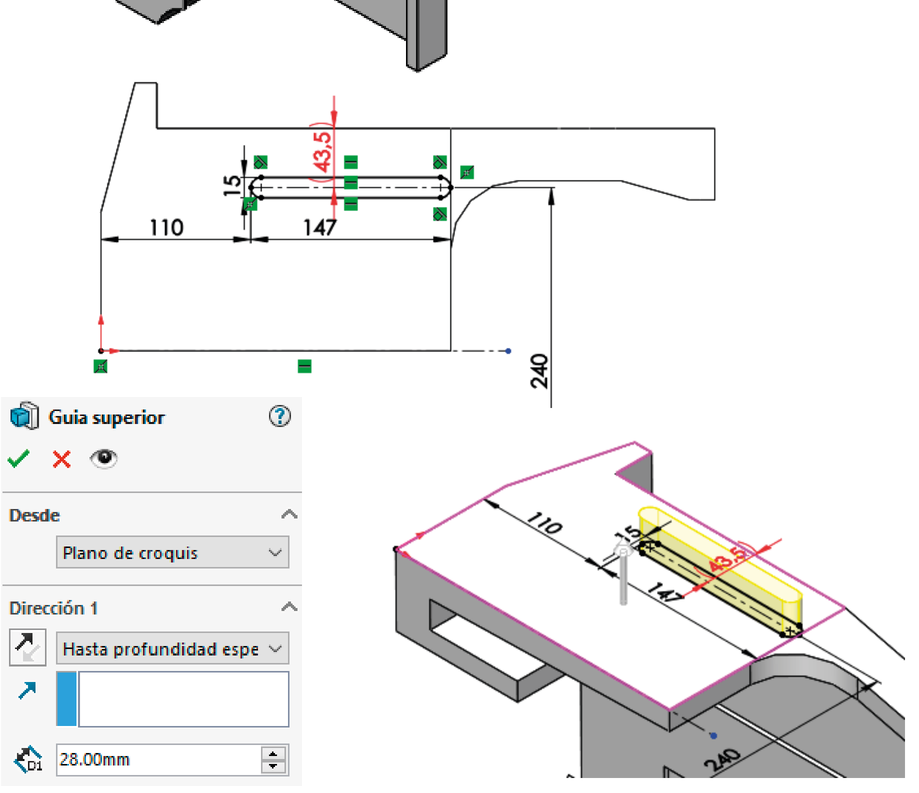
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga la guía superior:

√ Seleccione la cara superior del cuerpo principal como plano de trabajo



√ Extruya

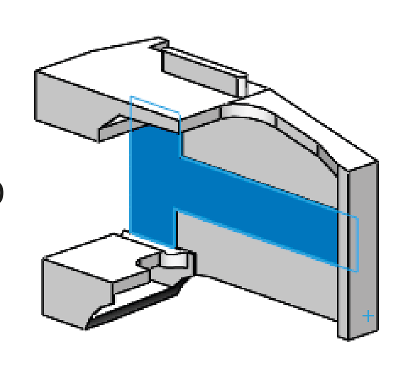


CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga la ranura colisa de la cara lateral:

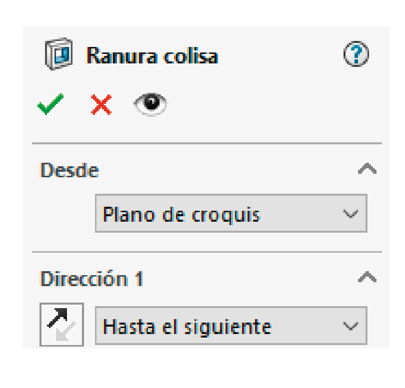
- Seleccione la cara lateral del hueco central como como plano de trabajo

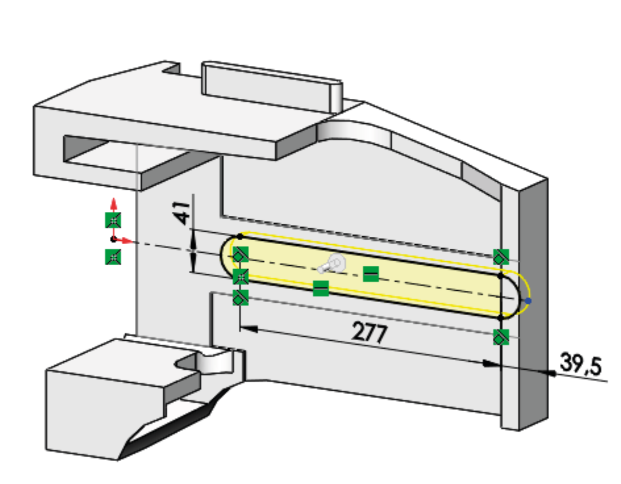


- Dibuje el perfil

- Extruya el corte







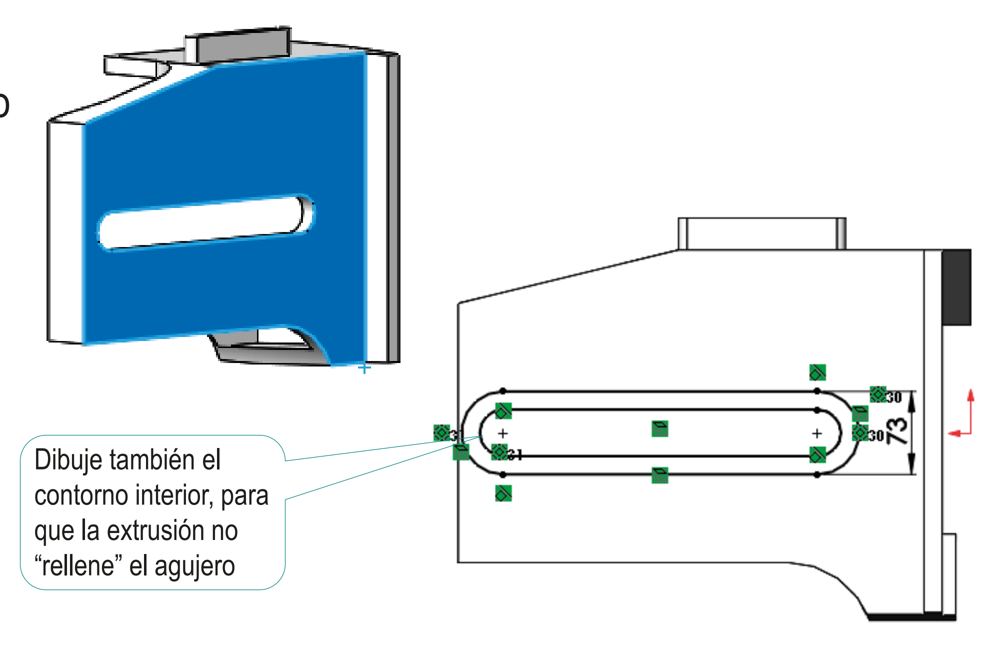
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

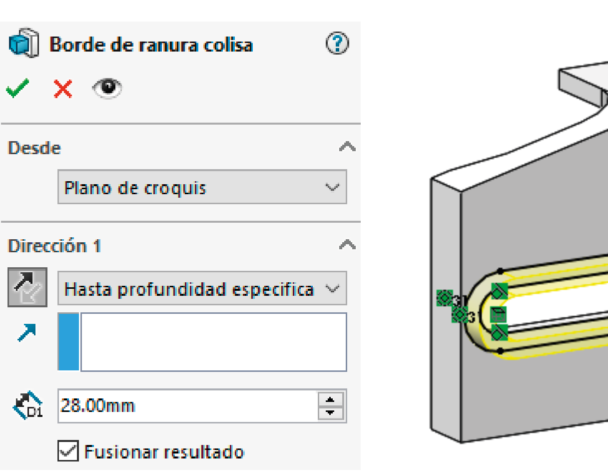
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

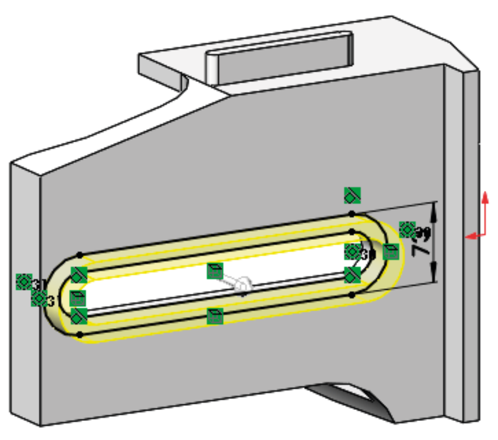
- Seleccione la cara lateral exterior como plano de trabajo

- Dibuje el perfil



- Extruya el perfil





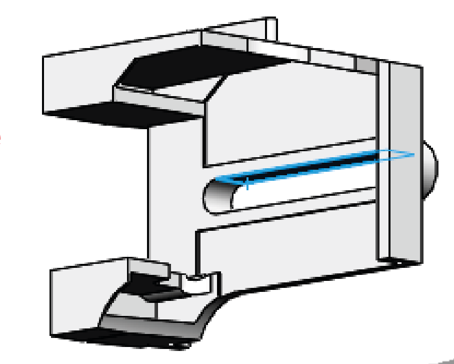
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

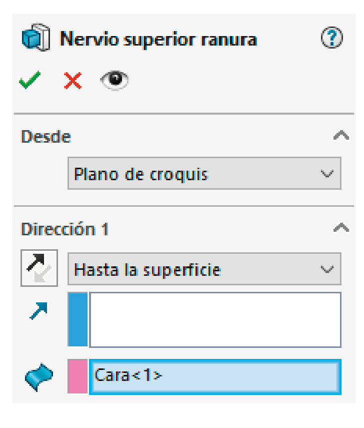
Obtenga el nervio superior de la ranura:

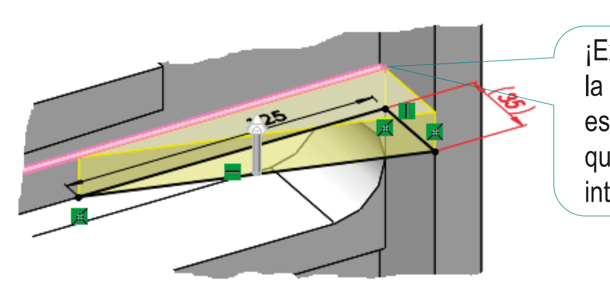
- Seleccione la cara superior de la ranura colisa como plano de trabajo



- Dibuje el perfil

- Extruya





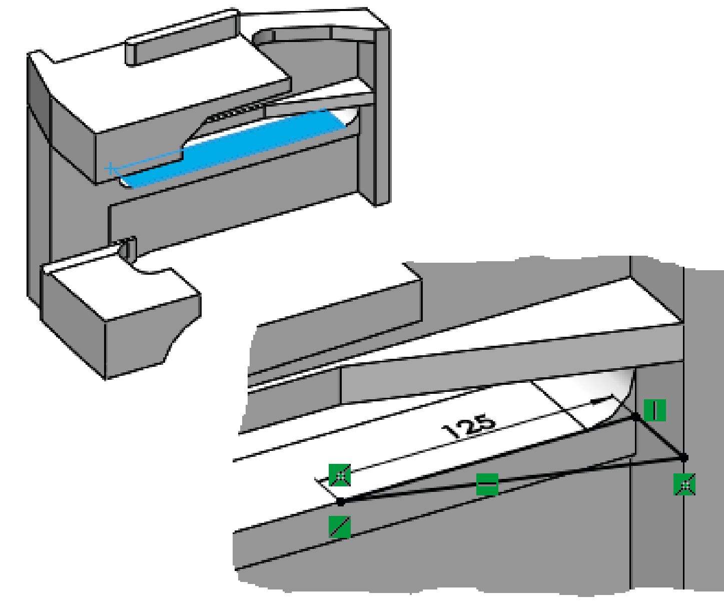
¡Extruyendo hasta la cara mantiene el espesor, sin tener que volver a introducir la cota!

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

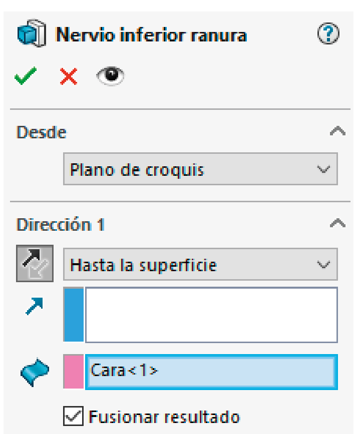
Obtenga el nervio inferior de la ranura:

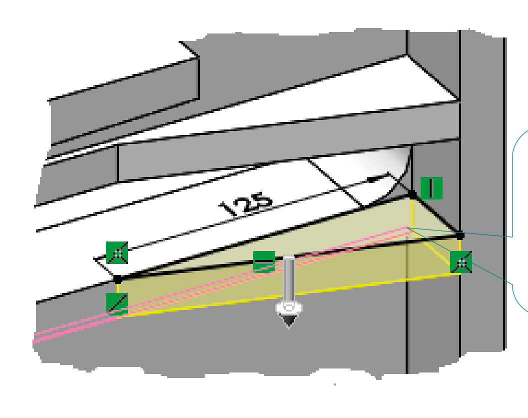
- √ Seleccione la cara inferior de la ranura colisa como plano de trabajo



- √ 

- √ Extruya





¡Extruyendo hasta la cara mantiene el espesor, sin tener que volver a introducir la cota!

CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

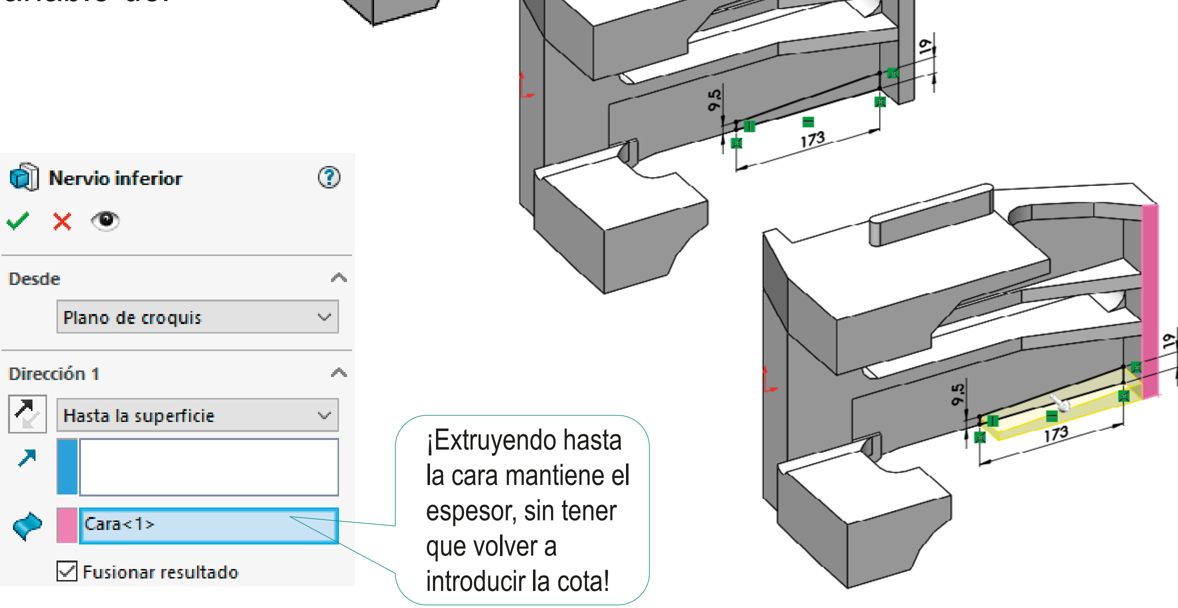
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga el nervio inferior:

√ Seleccione el rebaje inferior de la cara lateral del hueco central como plano de trabajo

√ Dibuje el contorno del espesor variable del nervio

√ Extruya

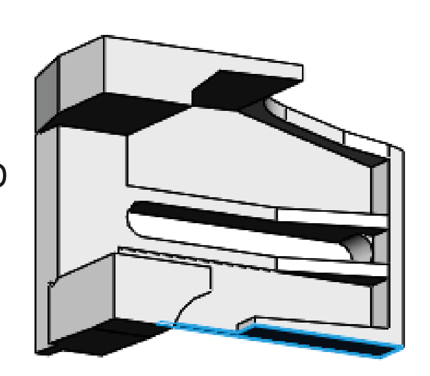


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

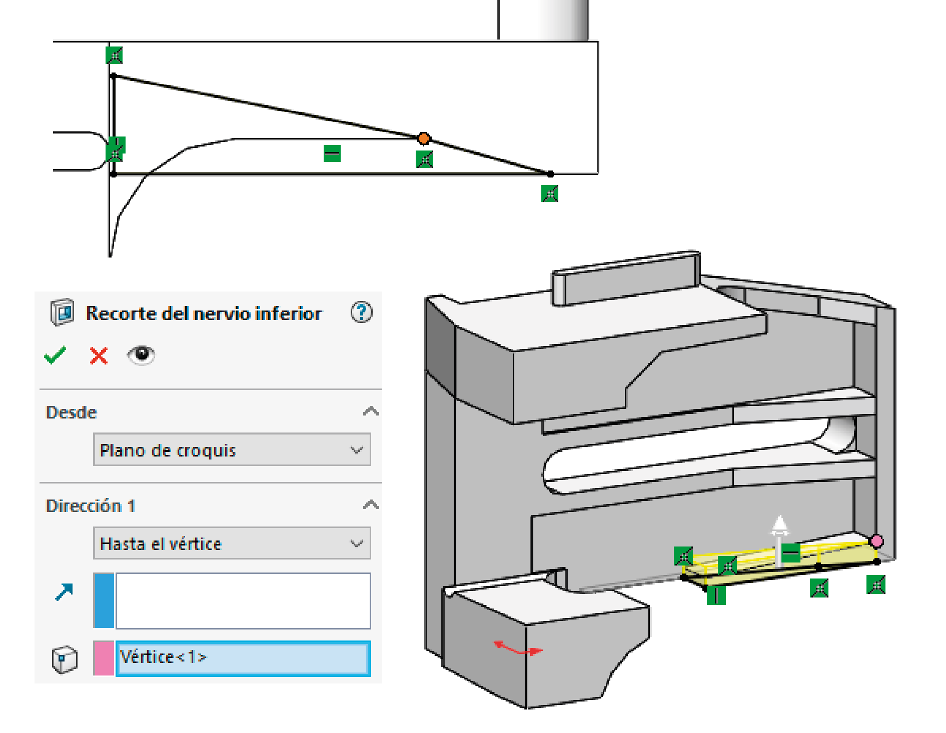
Ejecución

- Seleccione la cara inferior del cuerpo principal como plano de trabajo



- Dibuje el perfil del nervio

- Extruya en corte



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

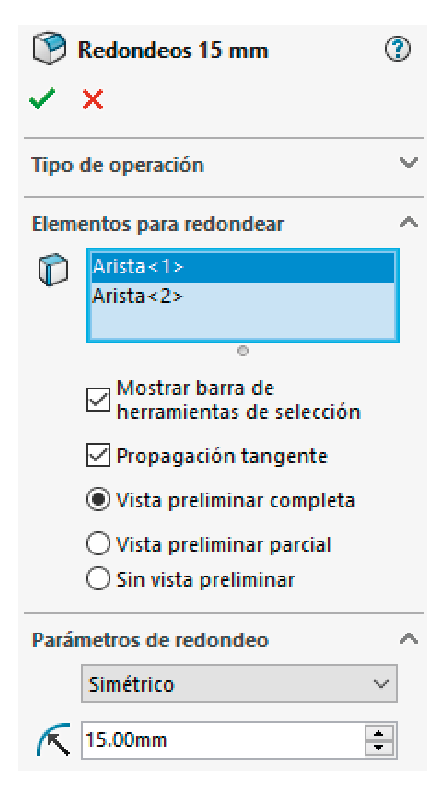
Cree los redondeos:

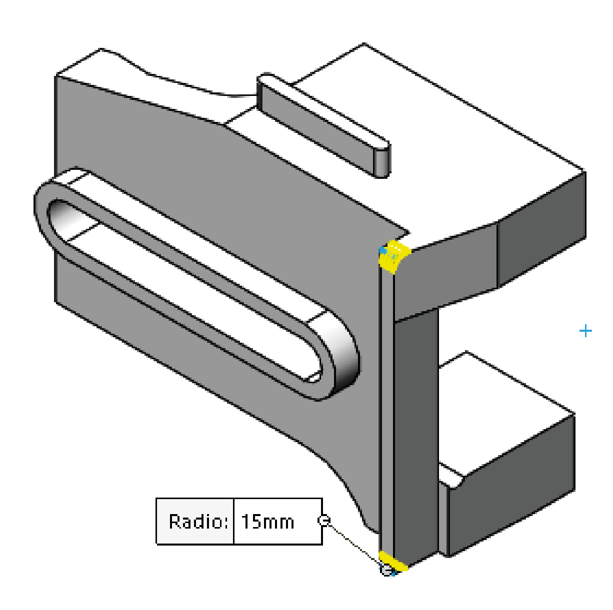
√ Seleccione el comando *Redondeo*



√ Seleccione las aristas a redondear

√ Seleccione el radio





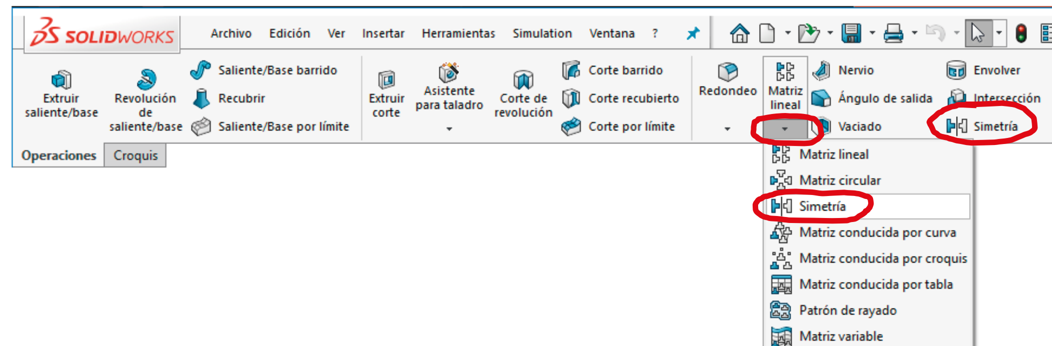
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

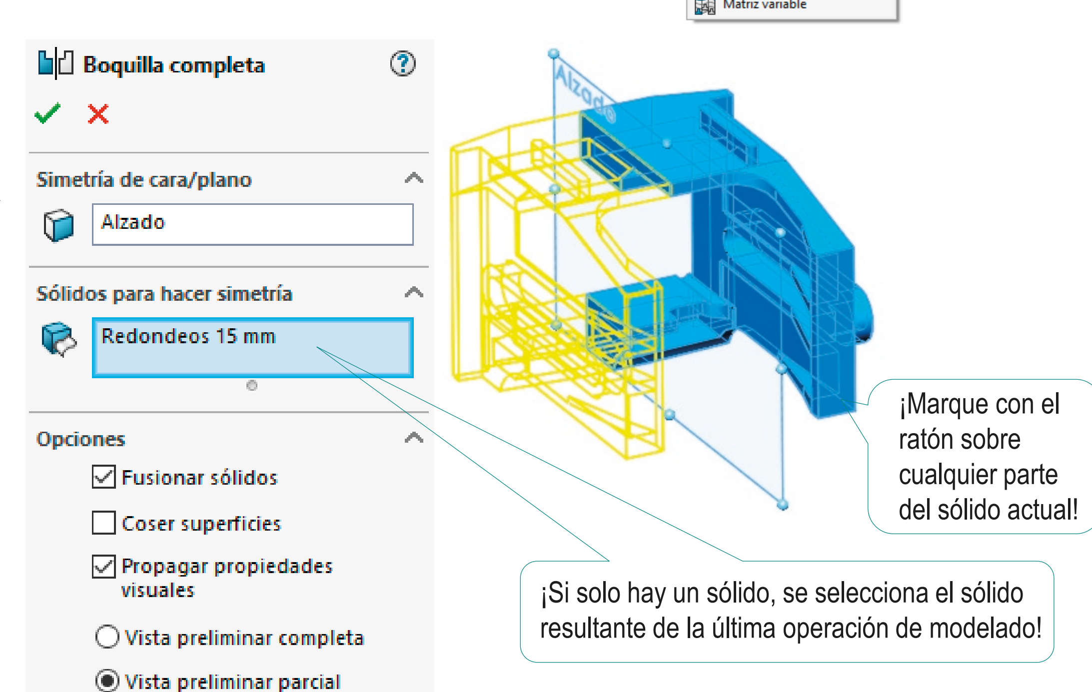
Cree la simetría de la pieza:

√ Seleccione *Simetría*

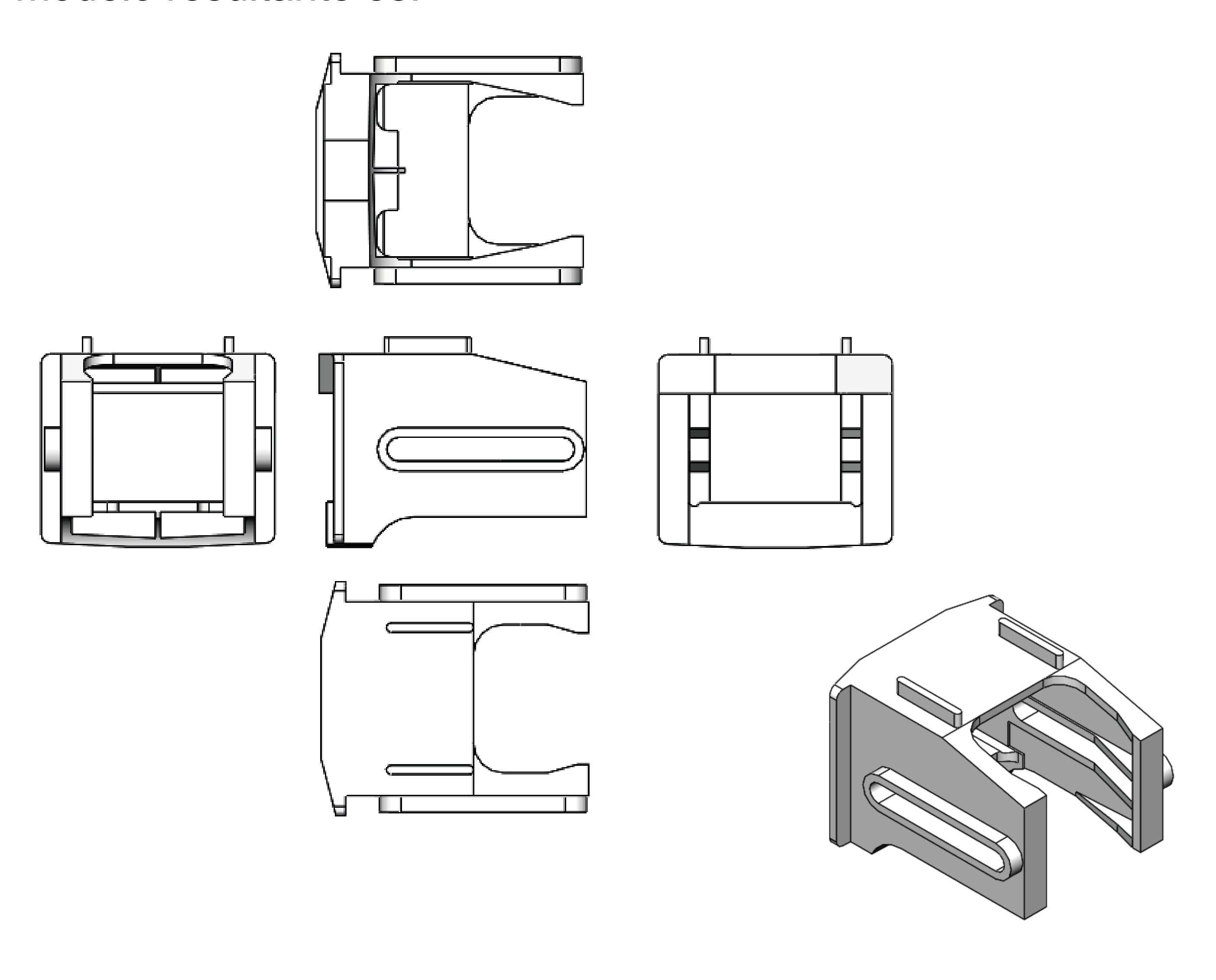


√ Seleccione el alzado como plano de simetría

√ Seleccione *Solidos para hacer simetría*



El modelo resultante es:



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Hay que analizar los objetos antes de modelarlos

El análisis debe incluir un exhaustivo estudio de las características del modelo

2 Decidir la secuencia de modelado antes de empezar es crítico para piezas complejas

√ Encuentre la forma principal, ignorando los detalles

√ Modele la forma principal

√ Añada los detalles

Cuerpo
Retoques exteriores
Retoques interiores
Guias
Nervios
Redondeos
Boquilla completa

3 La simetría puede ahorrar mucho trabajo en piezas complicadas

√ Facilita el proceso de modelado

√ Agiliza las posibles modificaciones posteriores

4 Es conveniente utilizar caras de la pieza en construcción como planos de croquis, para añadir los detalles en contexto y con más facilidad

La alternativa es colocar la pieza bien centrada respecto al sistema de referencia, que reduce la necesidad de usar caras como planos de croquis

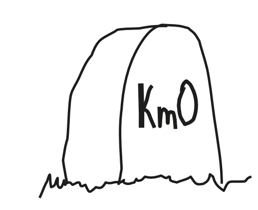
Capítulo 1.4. Sistemas de referencia y *datums*

Capítulo 1.4. Sistemas de referencia y *datums*

Introducción

Para localizar elementos geométricos es necesario referir sus posiciones respecto de otras conocidas:

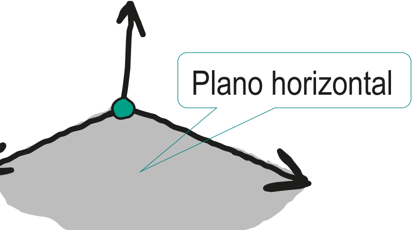
- √ Localizamos la posición relativa a un elemento de referencia común, denominado ORIGEN



- √ Medimos la orientación desde el origen mediante EJES o DIRECCIONES DE REFERENCIA



- √ El origen y las direcciones de referencia definen indirectamente otros elementos, como los PLANOS DE REFERENCIA



ISBN: 978-84-18432-81-1

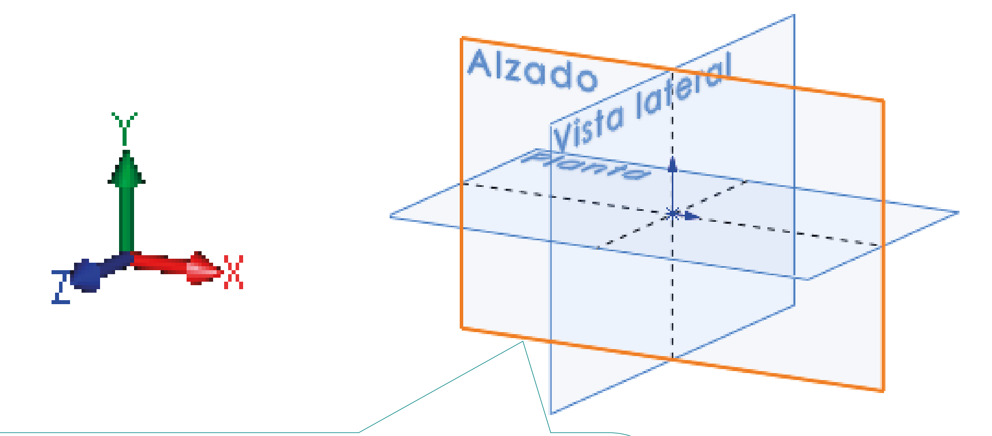
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción

Introducción
Cartesiano
Otros sistemas
Multisistema
Consistente
Conciso
Rúbrica

Un conjunto mínimo de elementos de referencia que permite definir unívocamente la posición de cualquier objeto es un SISTEMA DE REFERENCIA

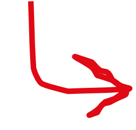


Según la norma ISO 5459:2011:

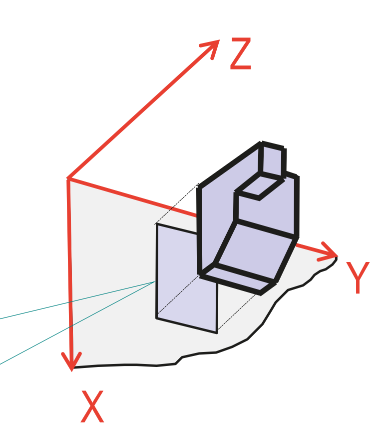
- √ Cada uno de los elementos de referencia es un DATUM
- √ El conjunto de datums que definen un sistema de referencia es un SISTEMA DE DATUMS

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

En diseño de ingeniería se trabaja con objetos tridimensionales



Por lo tanto, se necesitan sistemas de referencia tridimensionales (3D)

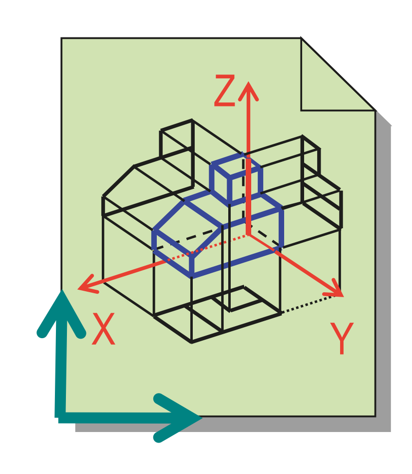


Si los objetos no tienen una posición asignada en la escena, se colocan haciendo coincidir sus direcciones principales con las direcciones de referencia

En CAD 3D, los sistemas de referencia realizan dos funciones:

1 Ayudan a modelar → Como “andamios” que ayudan a construir el modelo

2 Ayudan a diseñar → Aportan referencias para determinar cómo es y dónde está el objeto modelado



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Sistema Cartesiano

El sistema de referencia de uso más común es el cartesiano

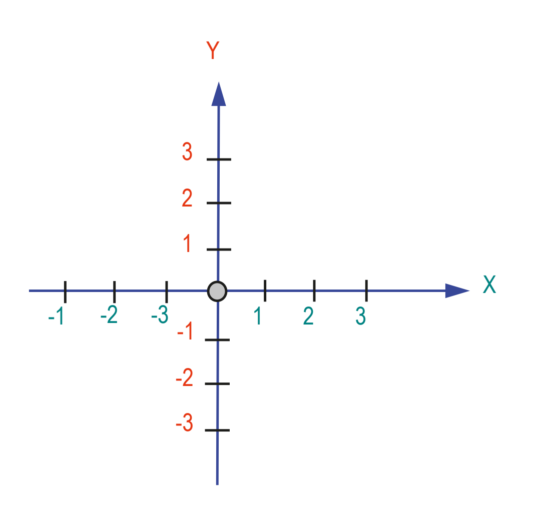
Fue introducido por Descartes en la primera mitad del siglo XVII

Fue el fundamento de la geometría analítica, que permite que todo problema geométrico gráfico pueda ser traducido a una formulación algebraica



Las características más destacables del sistema de referencia cartesiano son:

- √ Los ejes, que son rectilineos, están graduados y tienen un sentido positivo asignado convencionalmente
- √ La graduación de los ejes es lineal
- √ Los ejes son perpendiculares entre sí
- √ La intersección común de todos los ejes es el origen de coordenadas



Sistema Cartesiano

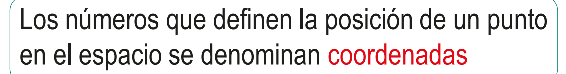
Introducción
Cartesiano
Otros sistemas
Multisistema
Consistente
Conciso
Rúbrica

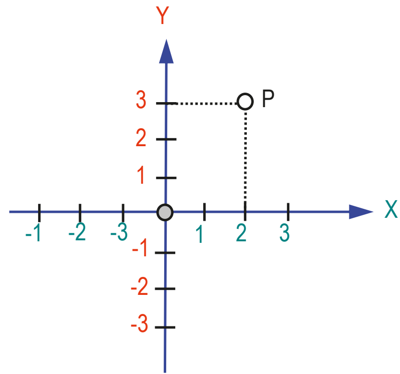


La geometría Cartesiana postula que:

√ Puede asignarse a cualquier punto en el espacio n-dimensional un conjunto de n números reales

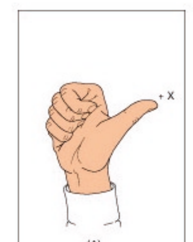
√ Para cada conjunto de n números reales existe un único punto en el espacio n-dimensional

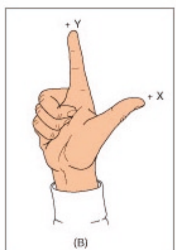


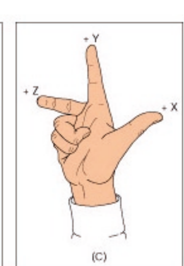


Hay dos ordenaciones comunes para el conjunto de coordenadas tridimensionales

√ La más usada es la Dextrógira, o regla de la mano derecha









√ La opuesta es la Levógira, o regla de la mano izquierda

CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

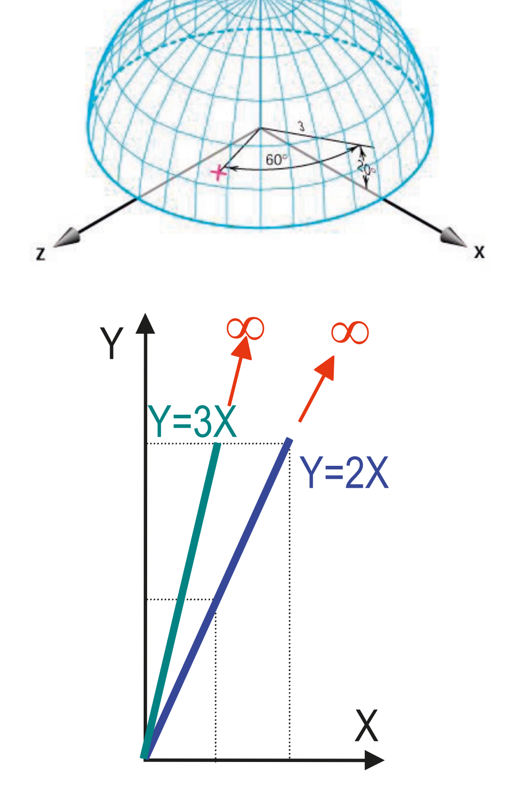
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Otros sistemas de referencia

Aunque los sistemas cartesianos ortogonales son los más usados en CAD, hay otros dos tipos de sistemas que conviene conocer:

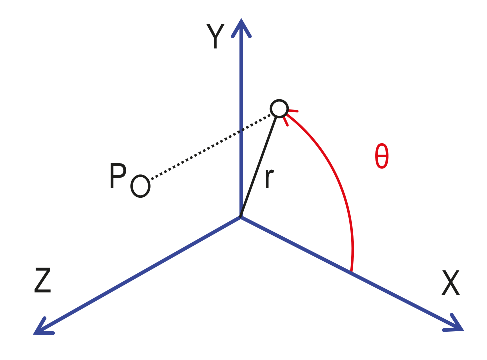
1 Coordenadas polares/esféricas

2 Coordenadas homogéneas



Otros sistemas de referencia: Coordenadas polares

Las coordenadas polares (2D), o esféricas (3D) reemplazan algunas distancias por ángulos

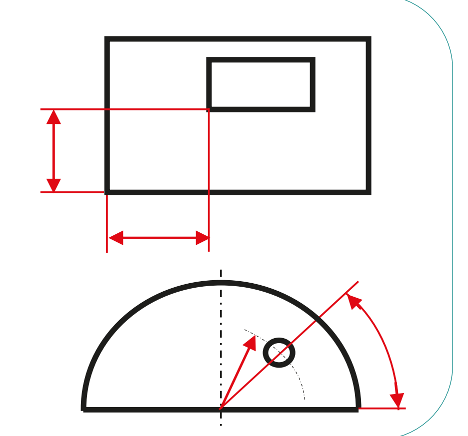


En el dibujo de ingeniería, se usan indistintamente coordenadas rectangulares y polares, elegidas en función de la naturaleza de cada figura

Por ejemplo, los criterios de acotación reflejan las diferentes formas de trabajar:

√ Para situar un rectángulo dentro de un contorno rectangular, se recurre de forma espontánea a coordenadas rectangulares

√ Para situar un círculo dentro de un contorno semicircular, se recurre a coordenadas polares



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Otros sistemas de referencia: Coordenadas homogéneas

Las coordenadas homogéneas se obtienen al adoptar el siguiente convenio:

1. A cada punto P del plano, se le asignan tres coordenadas (x_p, y_p, t_p)

   (A cada punto P del espacio, se le asignan cuatro coordenadas (x_p, y_p, z_p, t_p))

2. Se acepta que las coordenadas cartesianas "tradicionales" (o "absolutas") de dicho punto deben ser $(x_p/t_p, y_p/t_p)$

   (Se acepta que las coordenadas cartesianas "tradicionales" (o "absolutas") de dicho punto deben ser $(x_p/t_p, y_p/t_p, z_p/t_p)$)

Note que usando t= 1 como última coordenada, hace que las primeras coordenadas homogéneas sean iguales a las cartesianas

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

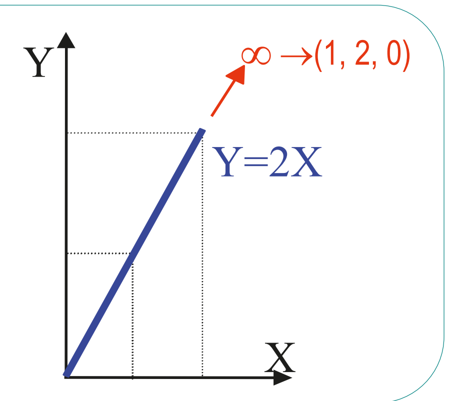
Otros sistemas de referencia: Coordenadas homogéneas

Las coordenadas homogéneas aportan ciertas ventajas para los matemáticos:

- √ Permiten introducir los puntos impropios mediante coordenadas operables

Usa las dos primeras coordenadas para definir la pendiente, y la tercera coordenada para indicar la inversa de la distancia del punto al origen

Así, la tercera coordenada de un punto impropio es 0



- √ Evitan los términos independientes en las formulaciones analíticas de los elementos geométricos

Ecuación analítica de la recta:

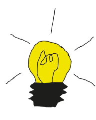
Cartesiana		Homogénea
a X + b Y + c = 0	⇒	a X/t + b Y/t + c = 0
		a x + b y + c t = 0

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

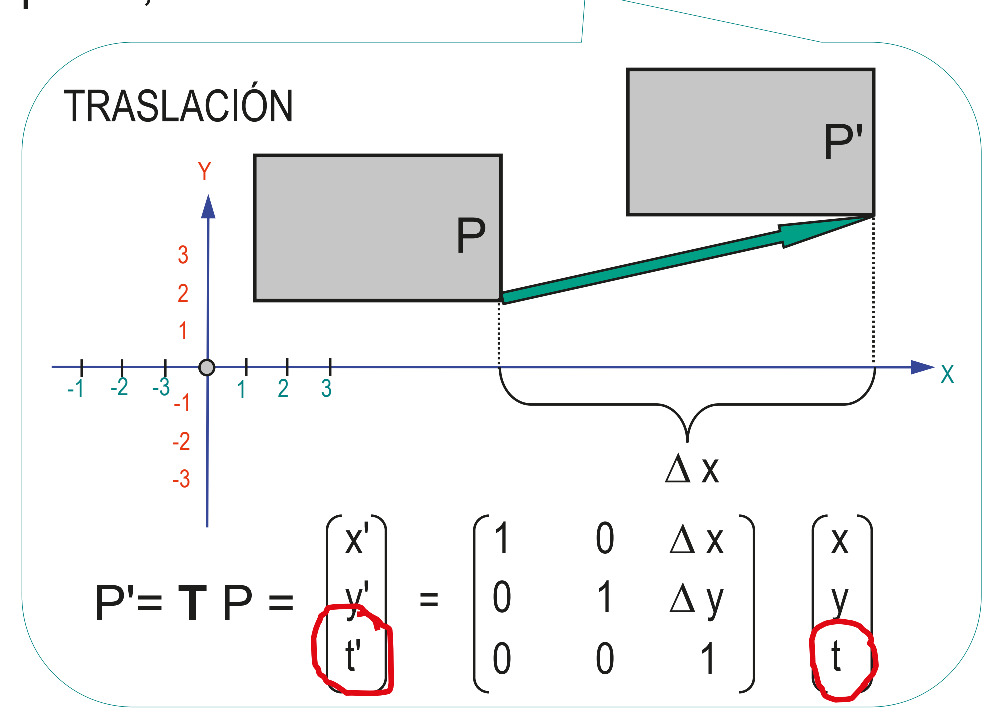
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Otros sistemas de referencia: Coordenadas homogéneas



Las coordenadas homogéneas son útiles para los usuarios CAD avanzados (aquellos que usan las capacidades de programación de las macros)…

…porque se usan en Gráficos por Computador para formular las transformaciones geométricas de forma compacta, mediante matrices



$$P' = \mathbf{T}\,P = \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ t' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \Delta x \\ 0 & 1 & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ t \end{pmatrix}$$

Multisistema

Diseñar objetos complejos con un único sistema de referencia no es práctico

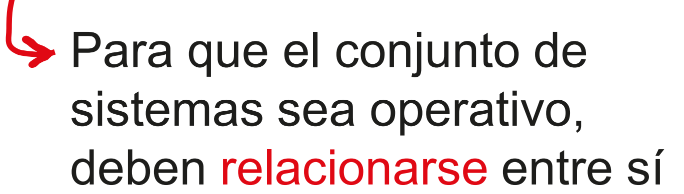
La técnica habitual de modelado 3D es dibujar perfiles planos, para luego barrerlos



Los perfiles se dibujan sobre "planos de trabajo"

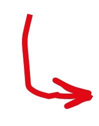


Con solo tres planos de trabajo (*Alzado*, *Planta* y *Vista lateral*), la capacidad de modelar es muy limitada



Se utilizan diferentes sistemas de referencia, apropiados para cada parte del objeto

Para que el conjunto de sistemas sea operativo, deben relacionarse entre sí



Se define un sistema como principal y los demás como auxiliares



ISBN: 978-84-18432-81-1

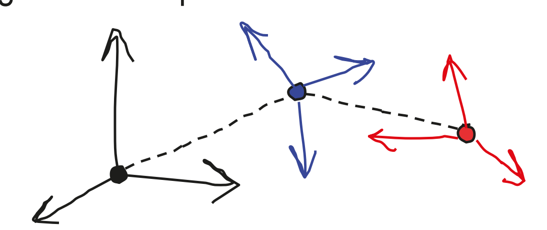
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Multisistema

La secuencia de creación de los sistemas es:

1. El sistema principal lo define automáticamente la aplicación
2. El usuario define tantos sistemas auxiliares como desee

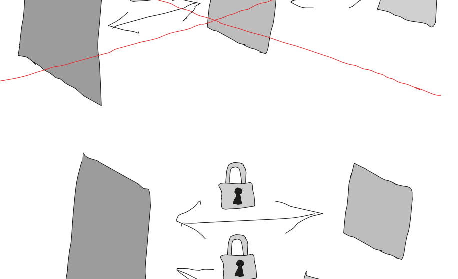
¡Cada nuevo sistema debe definirse en relación con algún sistema previamente definido!



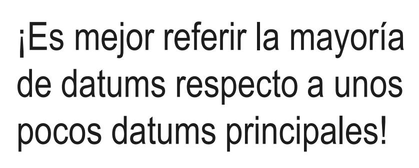
La buena práctica de creación de los sistemas aconseja:

1. Vincular cada nuevo sistema respecto a las referencias más estables
2. Minimizar el número de vínculos entre sistemas

¡No es bueno establecer cadenas de relaciones entre datums!



¡Es mejor referir la mayoría de datums respecto a unos pocos datums principales!

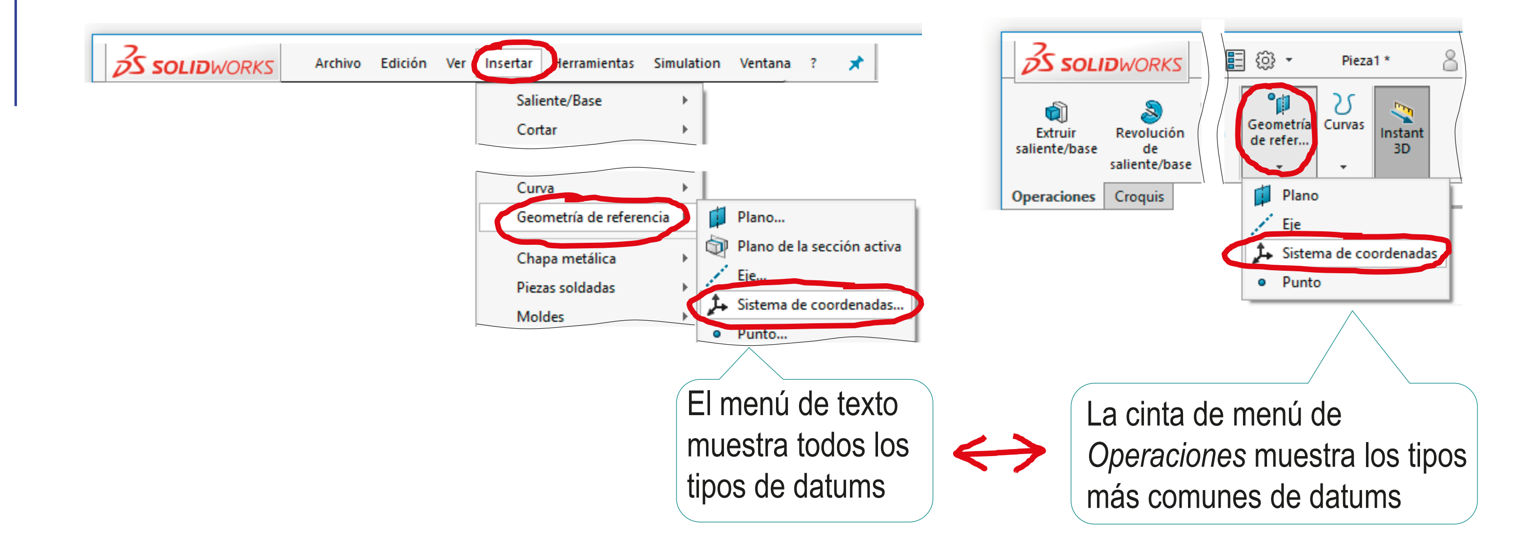


Solidworks® añade automáticamente el origen y los tres planos del sistema principal de referencia al árbol del modelo



Sistemas auxiliares

Los sistemas auxiliares de referencias se pueden introducir a través de sistemas de coordenadas:



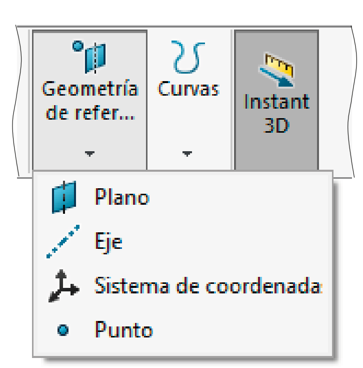


Pero este método es infrecuente, porque es más apropiado para proporcionar un control geométrico, que para mostrar la intención de diseño

Sistemas auxiliares

Para transmitir mejor la intención de diseño se usan datums vinculados a la geometría del modelo:

- √ Planos
- √ Ejes
- √ Puntos

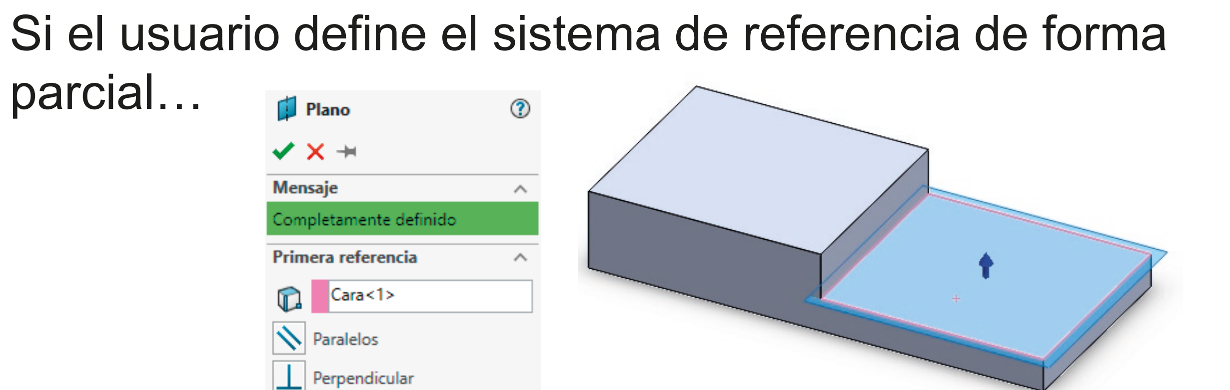


Todos ellos se añaden al árbol del modelo, y se pueden reutilizar como datums para diferentes operaciones

Alternativamente, se pueden crear croquis "datum" con construcciones auxiliares

- √ Funcionan como "plantillas"
- √ Tienen utilidad limitada, porque no se reconocen como datums para ciertas operaciones

Si el usuario define el sistema de referencia de forma parcial…

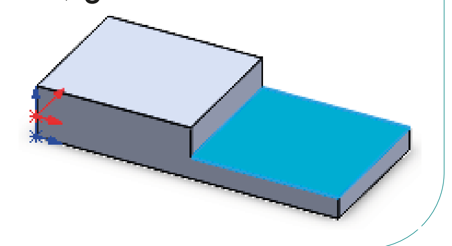


… la aplicación CAD determina automáticamente el resto de los datums

Si, por ejemplo, el usuario solo define el plano que va a utilizar como plano de trabajo…

…el sistema define los otros dos planos, garantizando:

- Que los tres planos sean ortogonales
- Que el mayor número posible de planos sean paralelos a los planos del sistema principal



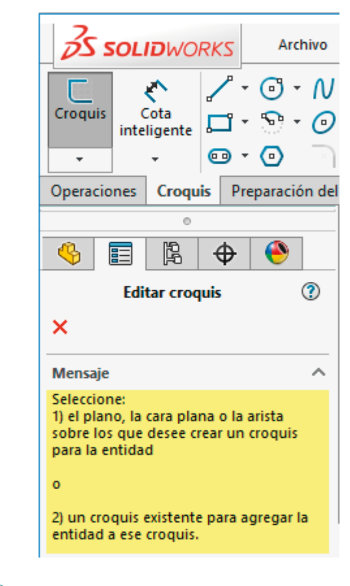
ISBN: 978-84-18432-81-1

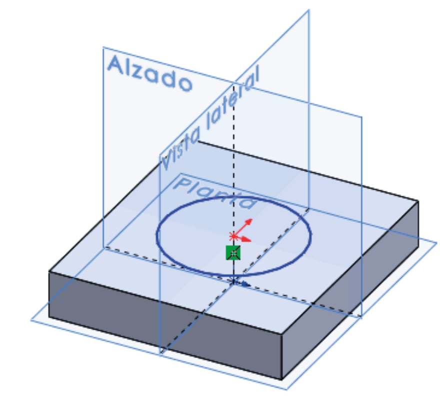
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Los planos auxiliares destinados a usarse como planos de croquis, pueden definirse al vuelo:

El usuario selecciona una cara del objeto…

… y la aplicación crea internamente un plano datum, coplanar con esa cara







Esta estrategia no solo ahorra tiempo, sino que vincula automáticamente el nuevo perfil con el modelo actual



Pero el datum resultante es implícito, no esta explícitamente disponible en el árbol del modelo

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

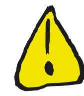
Sistemas auxiliares

Modelar mediante sistemas de coordenadas relativas al vuelo es intuitivo y no requiere tareas preparatorias, pero:



Requiere agilidad en la visión espacial, ya que la definición de sistemas se entrelaza con la operación de modelado

¡Es como construir el andamio al mismo tiempo que la casa!



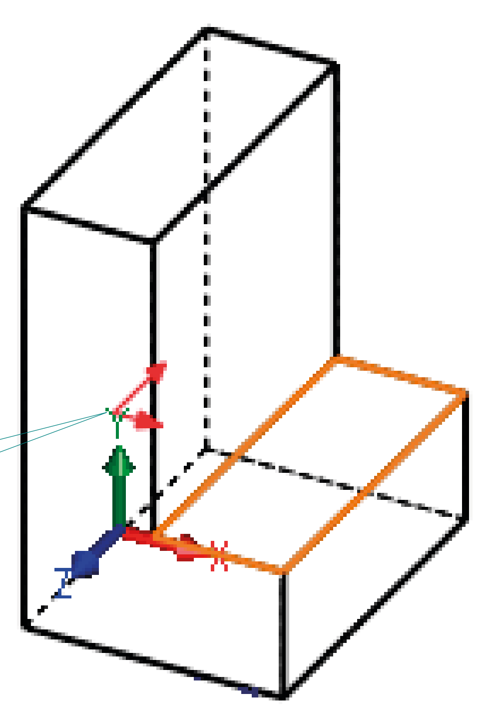
Hay peligro para la integridad del modelo, ya que al modificar algunos elementos, pueden desaparecer las referencias de otros elementos

¡Se destruye el andamio al reformar otra parte de la casa!



Al escoger una cara del modelo como plano de croquis al vuelo, SolidWorks® asigna un sistema local:

- Toma como positivo el lado exterior de la cara, luego, en el ejemplo, el eje Z crece hacia arriba
- Si es posible, el eje X lo deja paralelo al eje X global
- El origen lo sitúa lo más cerca posible del origen del sistema global



El sistema local se visualiza con dos ejes de color calabaza: el corto es el eje X y el largo el eje Y

¡La orientación de los ejes es importante, porque las restricciones *horizontal* y *vertical* se vinculan a los ejes X e Y respectivamente!

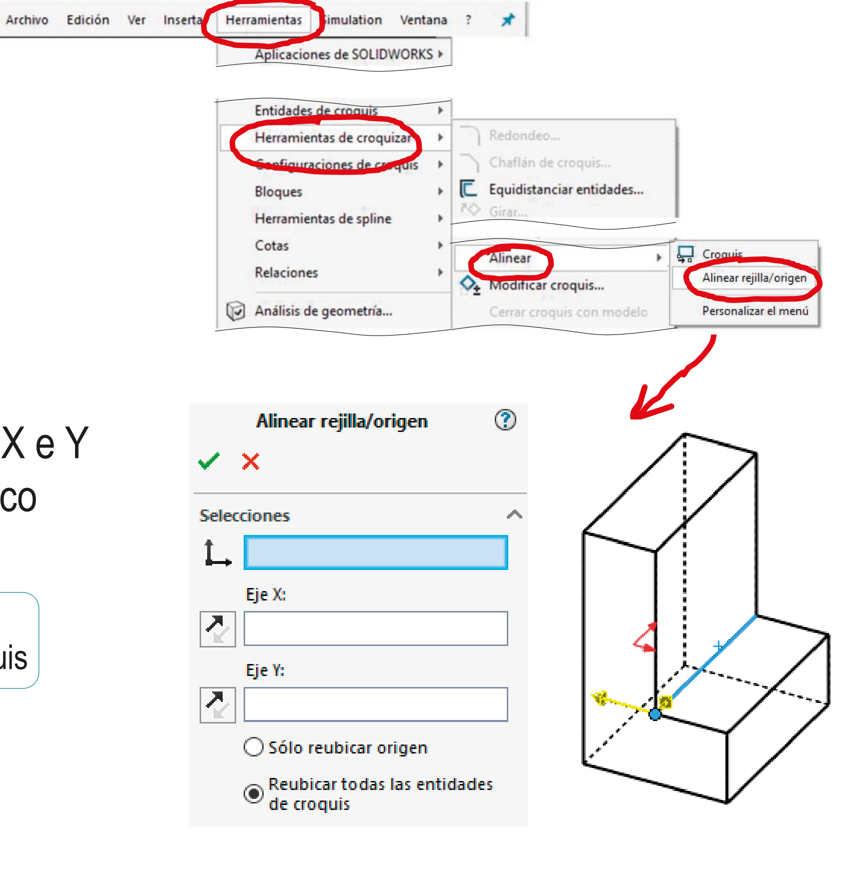
La colocación por defecto del sistema de coordenadas local de los planos de croquis se puede modificar:

¡Si el croquis ya tiene restricciones extrínsecas, se verán afectadas!

√ Ejecute *Alinear origen*

√ Vincule el origen y/o los ejes X e Y con algún elemento geométrico pre-existente del modelo

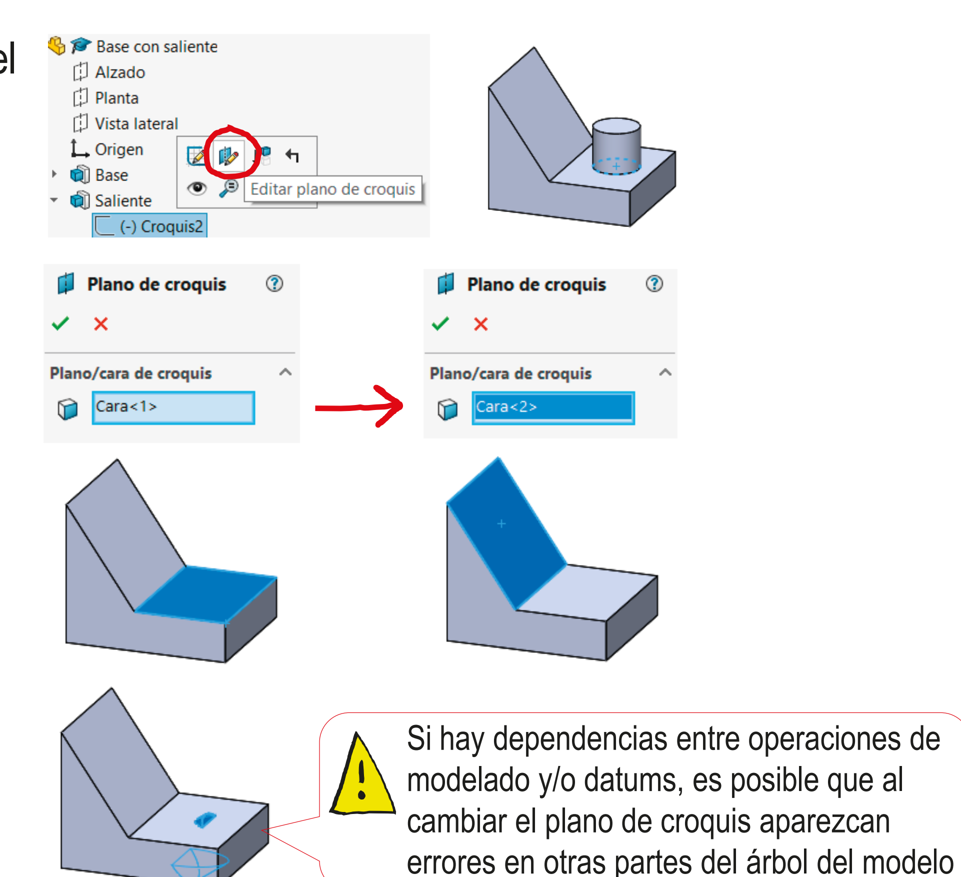
Tienen que ser referencias exteriores y previas al croquis



Los planos de croquis también se pueden cambiar:

¡Tanto si son datums al vuelo, como si son planos de referencia explícitos!

- Seleccione, en el árbol del modelo, el croquis cuyo plano quiere cambiar
- En el menú contextual, seleccione la opción *Editar plano de croquis*
- Cambie el plano actual por cualquier otro plano o cara que esté definido antes que el croquis
- Edite el croquis para colocar el perfil en la posición apropiada



Si hay dependencias entre operaciones de modelado y/o datums, es posible que al cambiar el plano de croquis aparezcan errores en otras partes del árbol del modelo

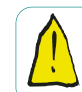
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelo consistente

Los modelos son reusables si son tolerantes a los cambios, para lo que deben estar bien vinculados al sistema de referencia:

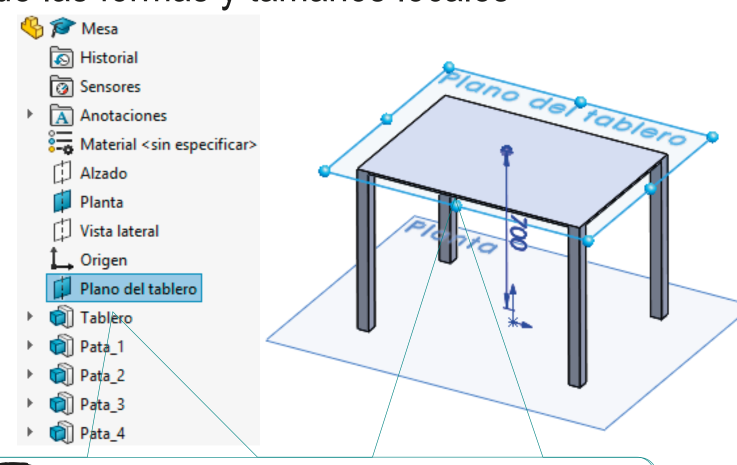
1 El modelo está claramente referido al sistema global



¡Explicado en la lección anterior!

2 La estructura, esqueleto o andamio de la pieza está hecha de datums apropiados

El modelo debe usar datums explícitos para hacer el andamio de la forma independiente de las formas y tamaños locales





El plano de referencia permite un control directo y claro de la altura de la mesa



¡Pero veremos que contradice la simplicidad, porque es obvio que controlar la longitud de la pata principal es más simple y muy fácil en un modelo tan simple!

Modelo conciso

Los datums CAD son concisos si:

√ No contienen información repetitiva

Los datums son repetitivos si producen las mismas referencias

Dos ejes que intersectan…

…son usualmente equivalentes a un plano de referencia



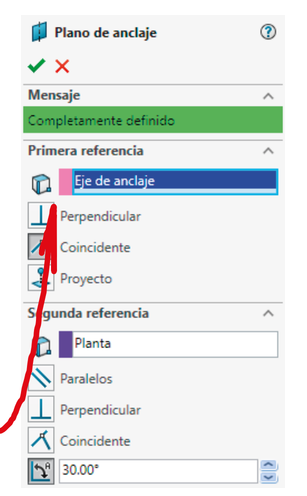
√ No contienen información fragmentada

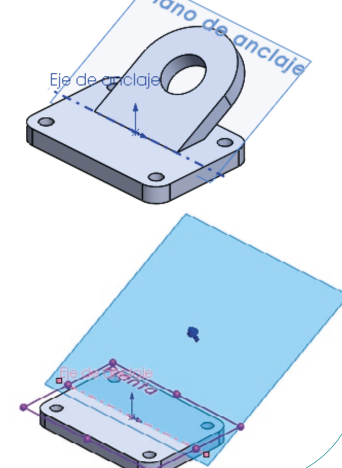
El andamio puede contener datums fragmentados si se usan referencias innecesarias para obtener las referencias deseadas

Usualmente, se necesita una referencia auxiliar para localizar partes oblicuas de un objeto…

…pero la referencia auxiliar debe estar referida a la referencia principal…

…en lugar de a alguna referencia auxiliar





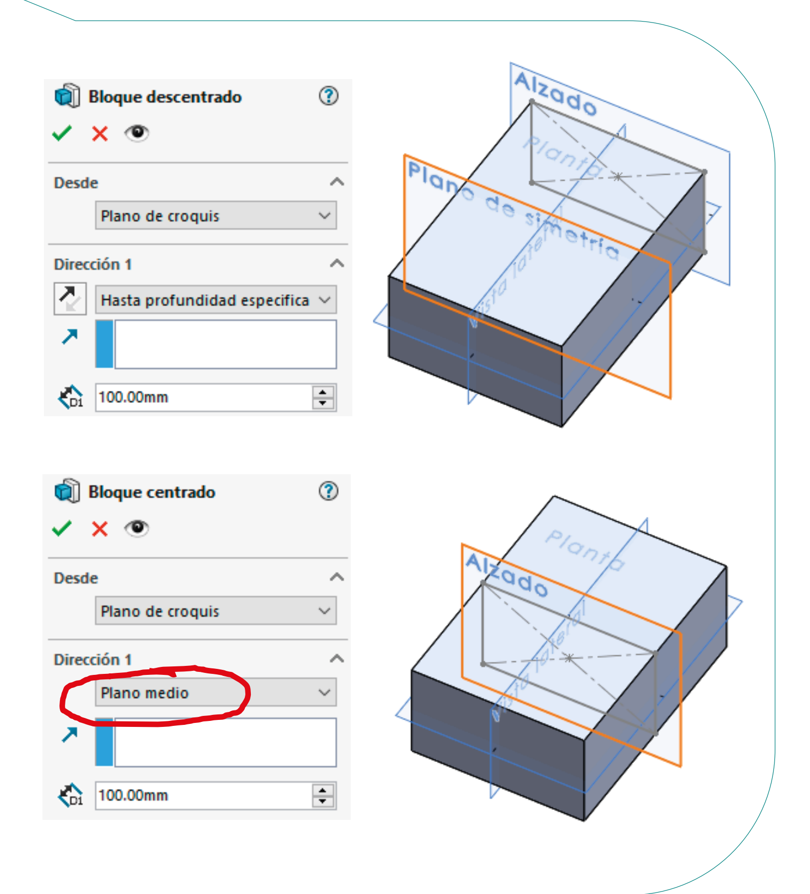
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



Note que algunas repeticiones son sutiles e indirectas

Una extrusión desplazada de una forma simétrica puede requerir un plano de simetría explícito…

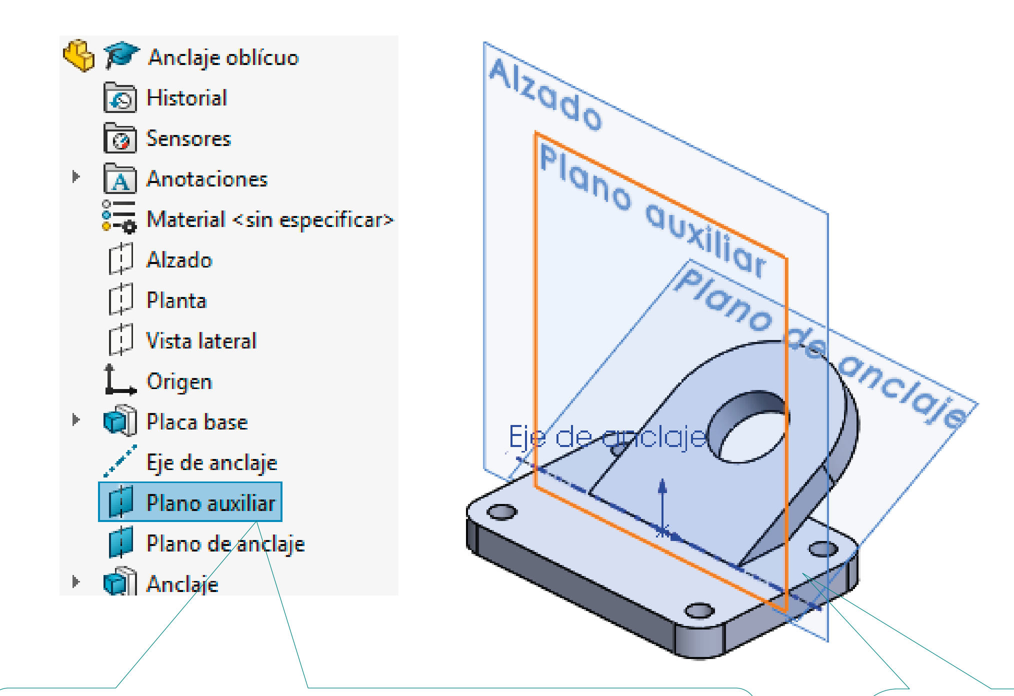
…mientras que el plano de croquis sería también de simetría si la extrusión se hubiera hecho simétrica



Modelo conciso



Usar referencias innecesarias es siempre una equivocación



Es innecesario porque el *Plano de Anclaje* puede definirse sin ayuda de este *Plano Auxiliar*

El *Plano Auxiliar* es también innecesario por ser exactamente coincidente con el plano del alzado

ISBN: 978-84-18432-81-1

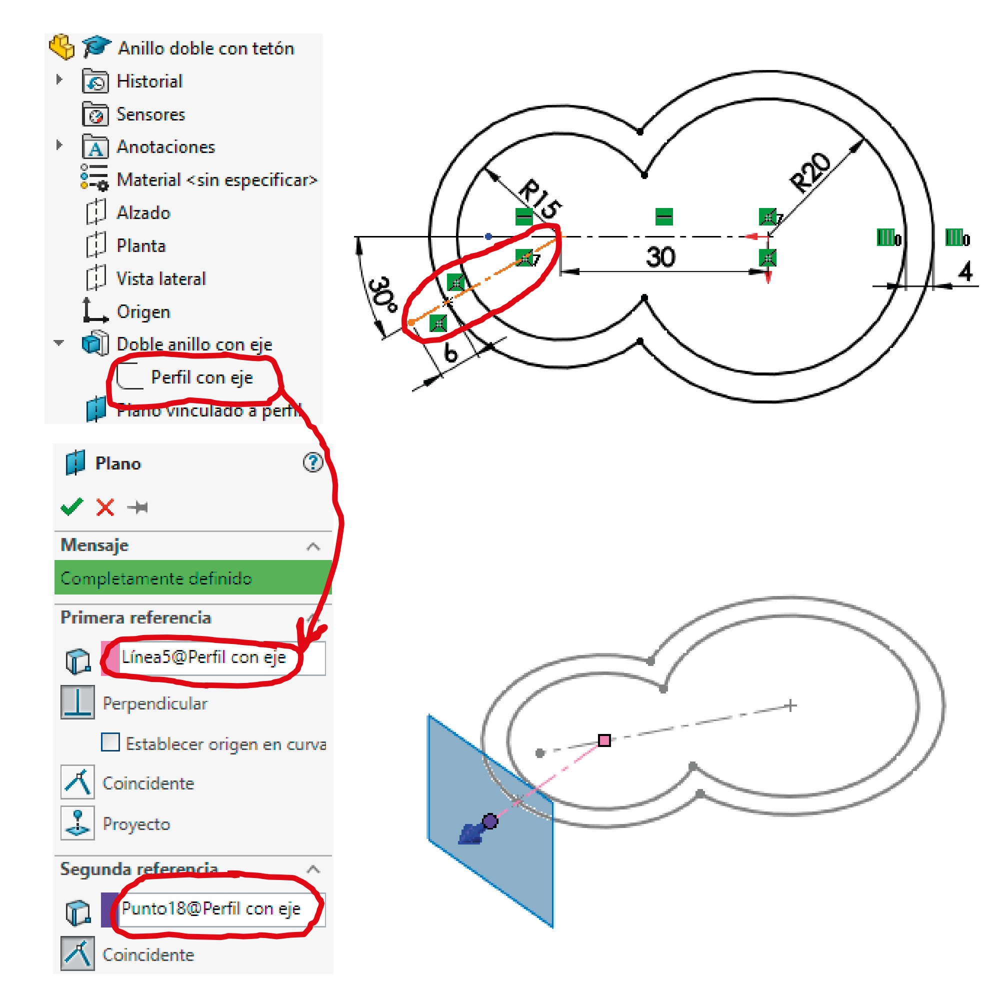
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelo conciso

Otra equivocación típica es construir los datums de referencia soportados por líneas embebidas dentro de perfiles

Puesto que el eje de referencia está embebido en el perfil de la base…

…cambios no percibidos del perfil cambiarán el andamiaje

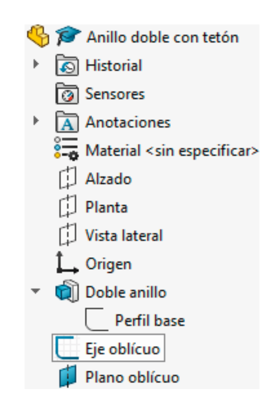


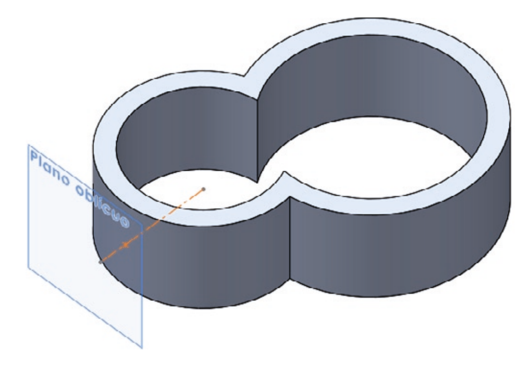
ISBN: 978-84-18432-81-1

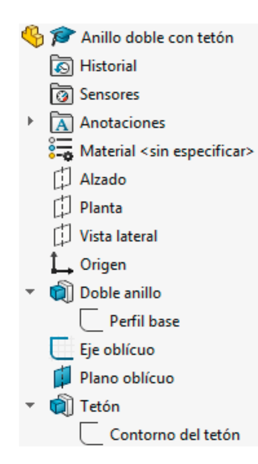
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

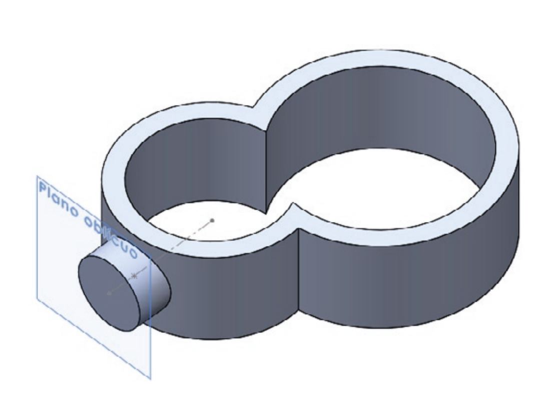
La única excepción es cuando el perfil está específicamente destinado a producir elementos de referencia

- Defina el eje oblicuo a través de un boceto específico
- Use el boceto como un datum
- Use el sistema de datums para modelar la parte oblicua









Rúbrica

Los criterios vistos en las lecciones anteriores para evaluar si el modelo es consistente se completan al considerar si los datums son consistentes:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / siempre
M3	**El modelo es consistente**					
M3.1	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas, y están completamente restringidos					
M3.1a	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas					
M3.1b	Los perfiles están completamente restringidos					
M3.2	El modelo está bien vinculado al sistema global de referencia y a un conjunto de datums apropiados					
M3.2a	El modelo está alineado y orientado respecto al sistema global de referencia					
M3.2b	El modelo usa datums apropiados (que definen un andamio/esqueleto que ayuda a construir y editar el modelo)					
M3.3	Todas las partes del modelo están correctamente fusionadas					

Rúbrica

Los criterios vistos en las lecciones anteriores para evaluar si el modelo es conciso se amplían para considerar si los datums son concisos:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / siempre
M4.1	El modelo está libre de restricciones, operaciones de modelado o datums repetitivos o fragmentados					
M4.1a	Los perfiles están libres de restricciones repetitivas o fragmentadas					
M4.1b	El modelo está libre de operaciones de modelado repetitivas o fragmentadas					
M4.1c	El modelo está libre de datums repetitivos o fragmentados					

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para repasar

¡Cada aplicación CAD tiene sus propias peculiaridades para el proceso de definición de sistemas de referencia!

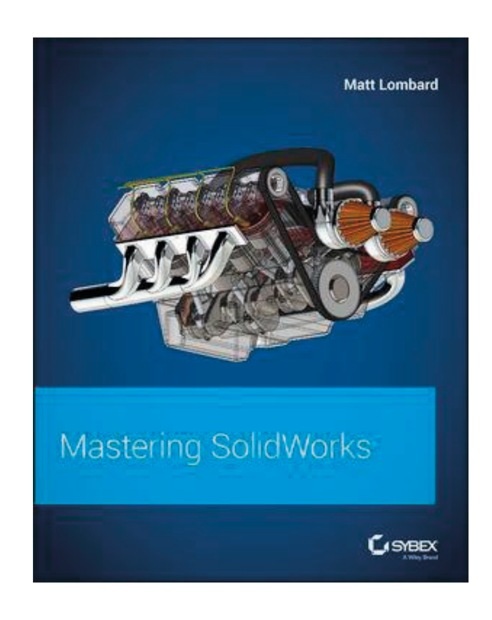
¡Hay que estudiar el manual de la aplicación que se quiere utilizar!



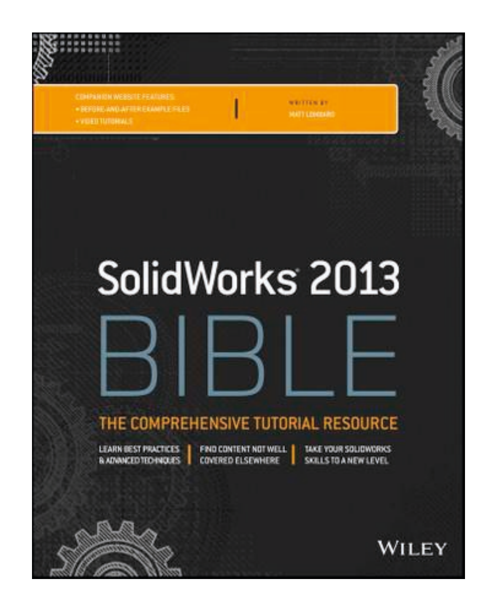
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para repasar

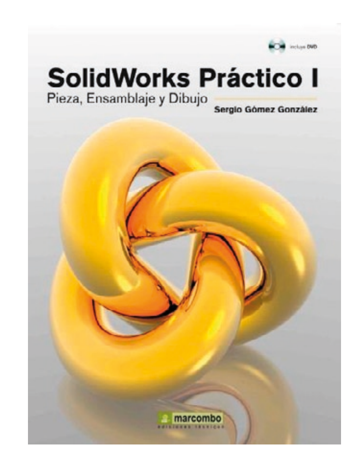


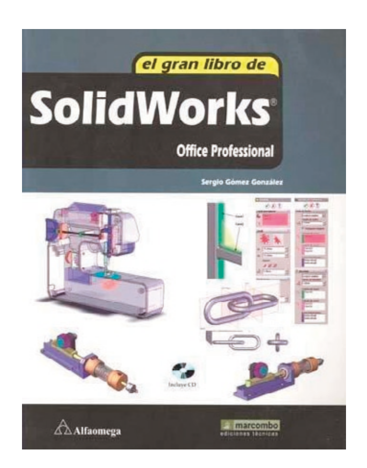
Chapter 3: Working with Sketches and Reference Geometry

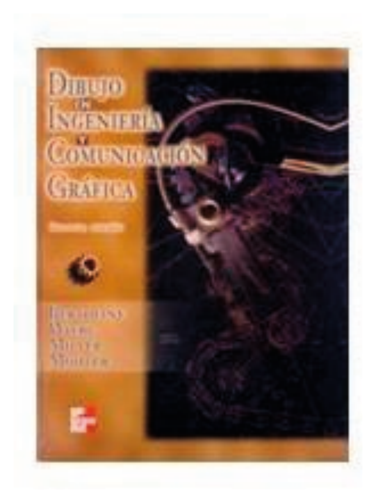


Chapter 3: Working with Sketches

Para repasar



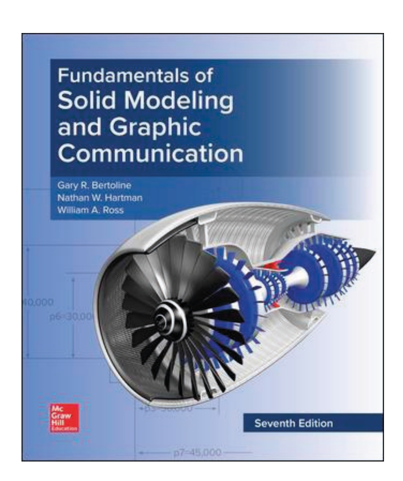




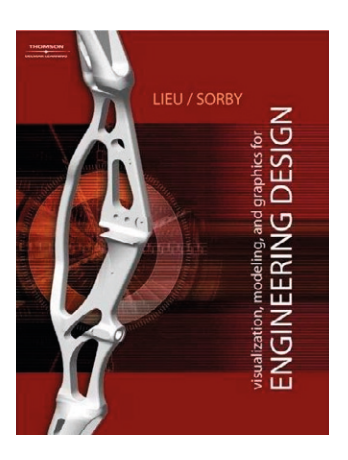
Capítulo 6.3: Coordenadas espaciales



Instant 3D e Schizzo veloce



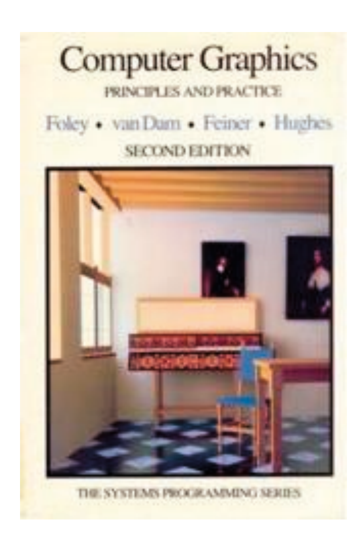
3.10 Coordinate Space



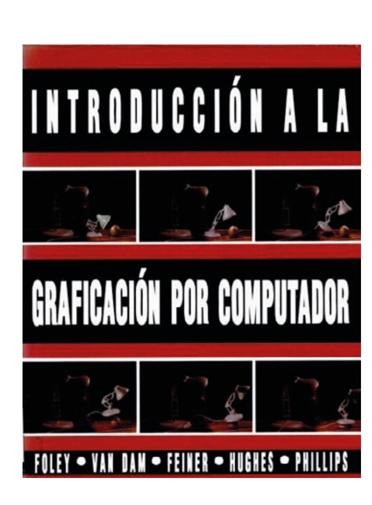
Capítulo 6: Solid Modeling

Para saber más

Libro "clásico" de gráficos por ordenador



Versión "corta" en español





Capítulo 1: Elementos de geometría en el plano

Capítulo 3: Elementos de geometría en el espacio

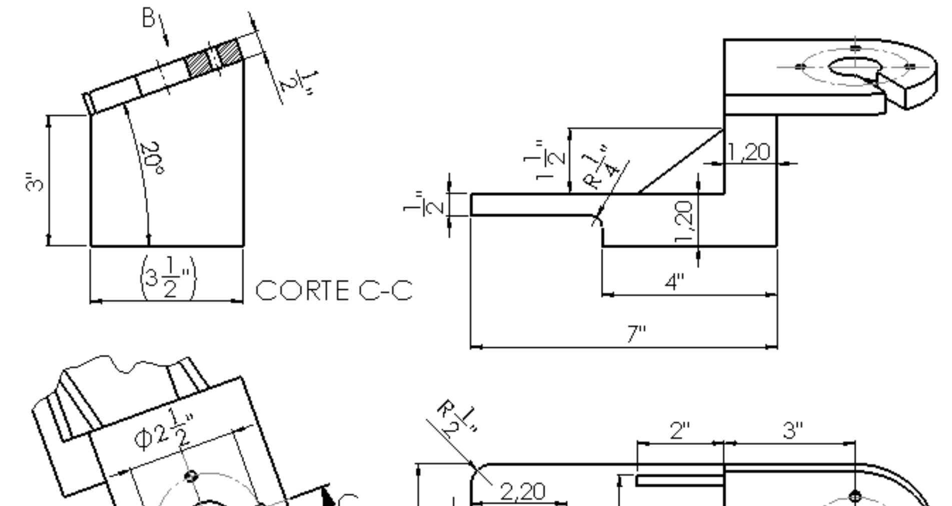
Ejercicio 1.4.1. Base de arnés

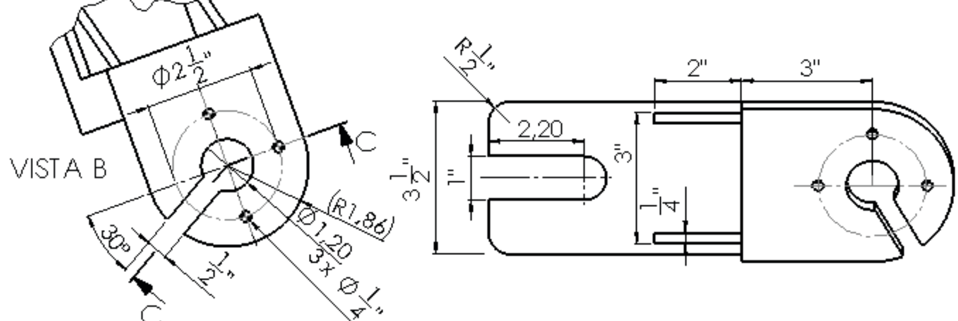
Tarea

La figura muestra el dibujo de una base de arnés

- Las vistas están organizadas según el método del primer diedro

- La unidad dimensional de las cotas es la pulgada





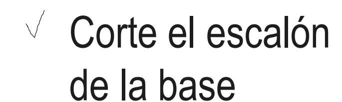
Obtenga el modelo sólido de la pieza, de forma que permita los siguientes cambios:

- debe permitir cambiar la anchura de la base de 3.50 a 4 pulgadas
- debe permitir cambiar la altura de la aleta superior de 3 a 5 pulgadas

Estrategia

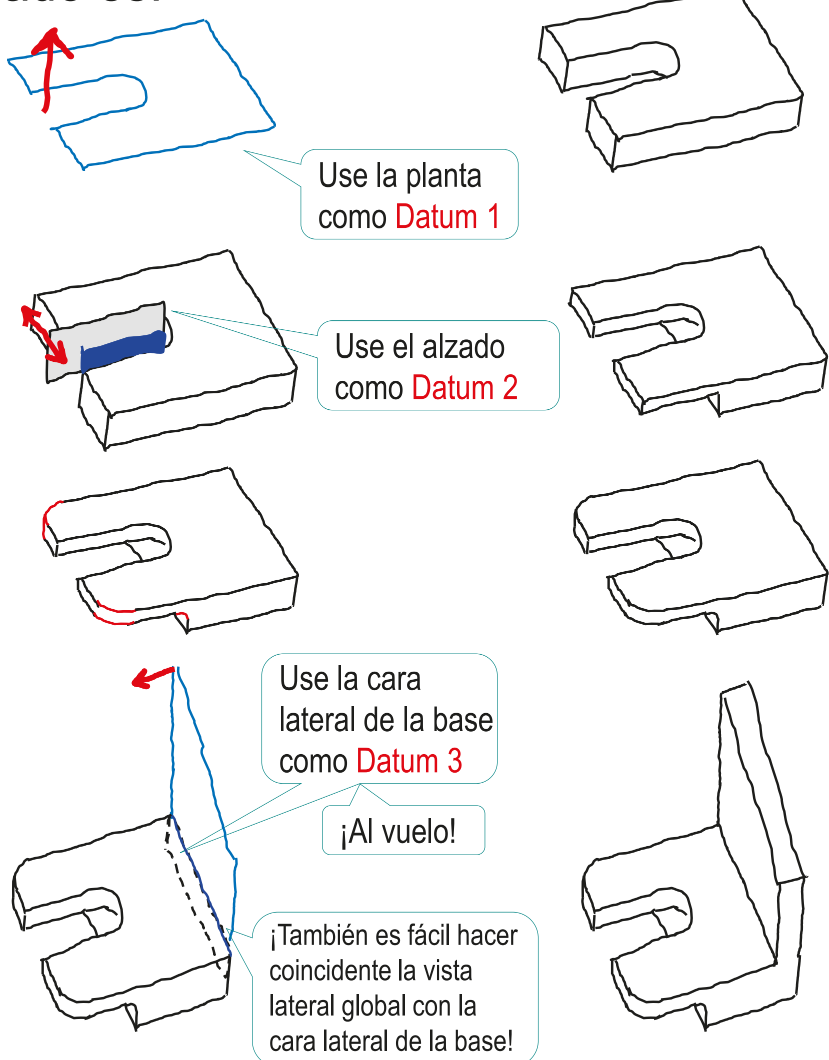
La estrategia de modelado es:

√ Dibuje el perfil de la base y extruya


√ Corte el escalón de la base

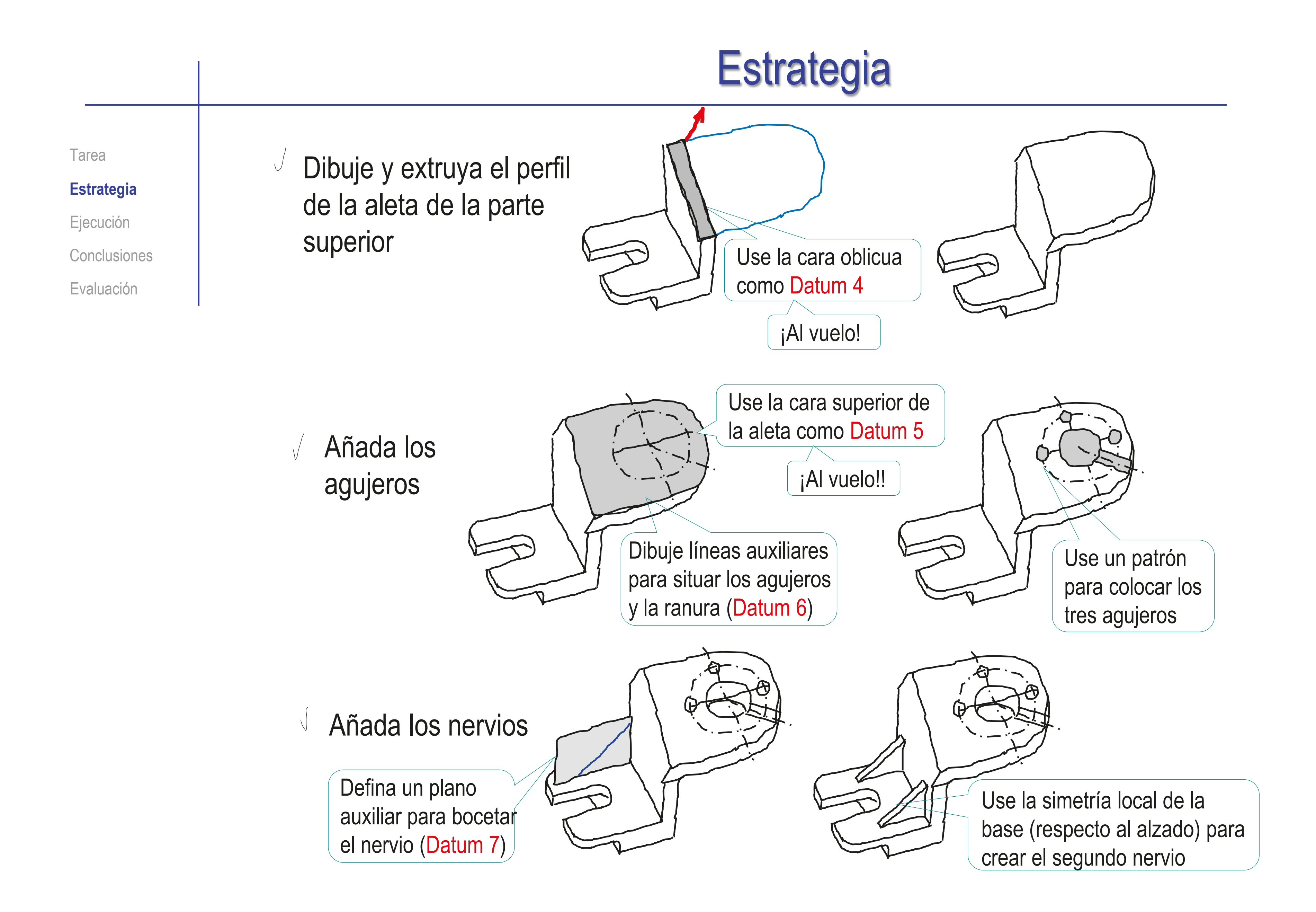
√ Añada los redondeos

√ Dibuje el perfil de la pared lateral y extruya



Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

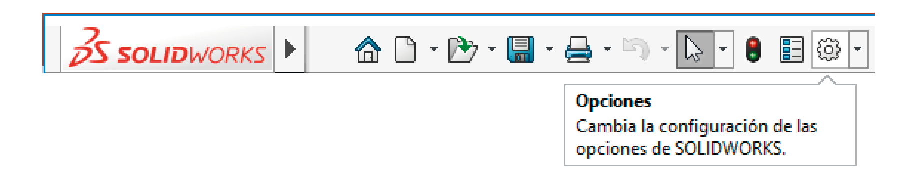
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

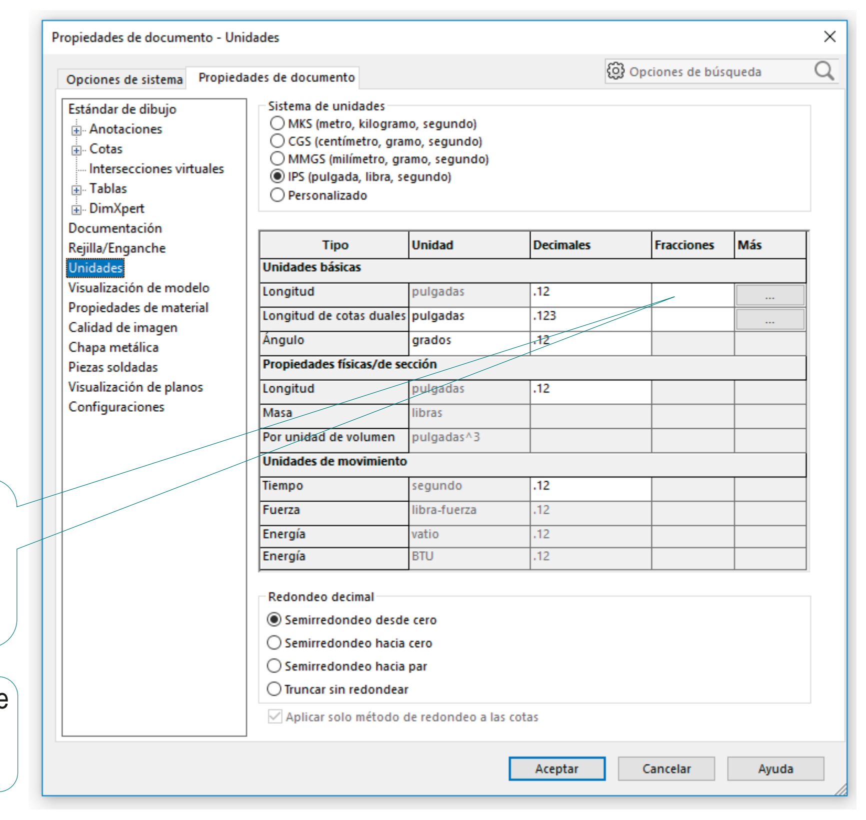
Configure las unidades, para trabajar en pulgadas:

√ Abra el diálogo de *Opciones*



√ Seleccione *Unidades*, en la pestaña de *Propiedades de documento*

√ Seleccione las unidades *IPS*



Ponga en fracciones el valor del denominador de la fracción más pequeña que quiera que se muestre como fracción (p.e. 64)

Las fracciones menores que ese número (1/64) se mostrarán con decimales

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modele la base:

√ Seleccione el plano en planta (Datum 1)

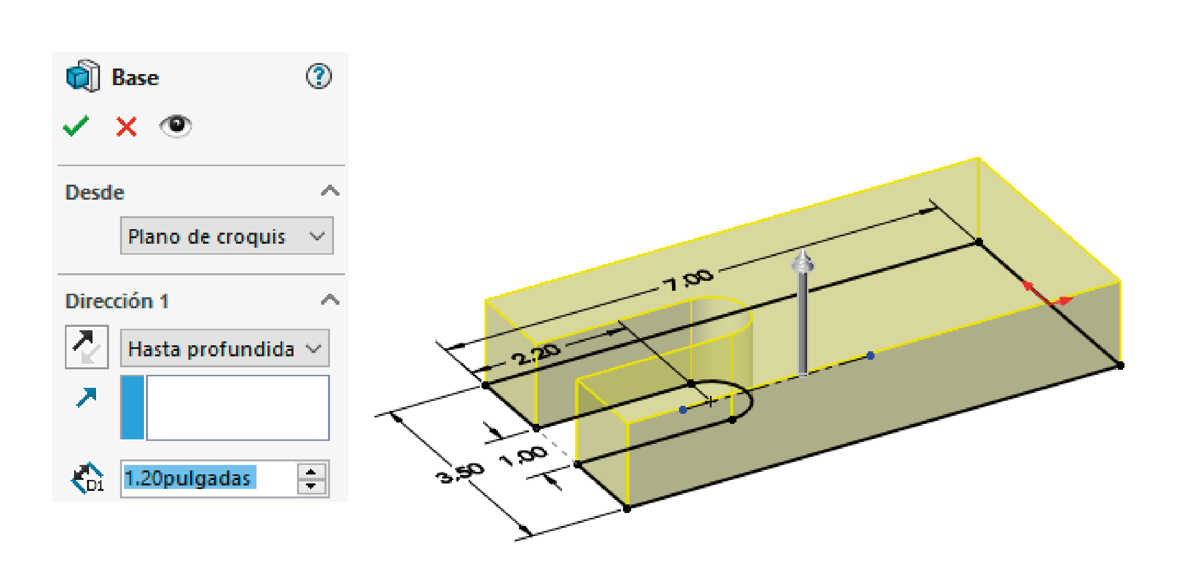
√ Dibuje el contorno de la base

¡Sumando el espesor de la pared!

7,00
2,20
3,50
1,00

Coloque el contorno simétrico, en relación con el sistema global de coordenadas

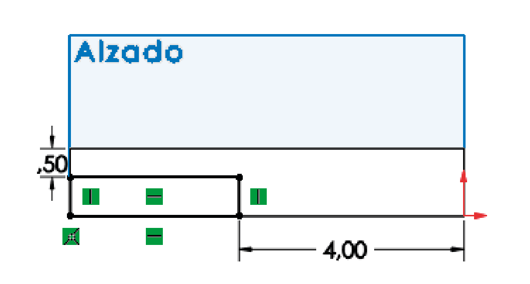
√ Extruya

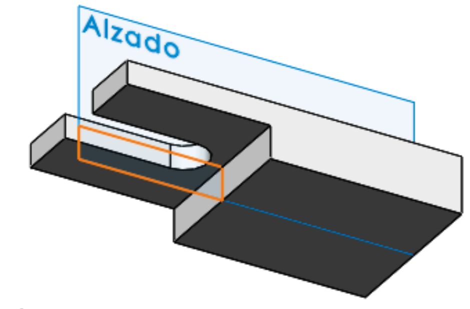


Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

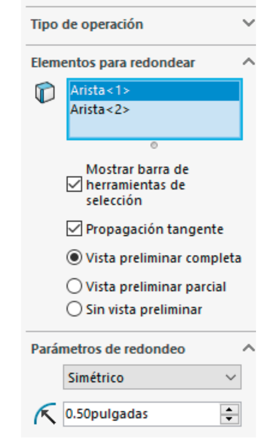
Añada los complementos de la base:

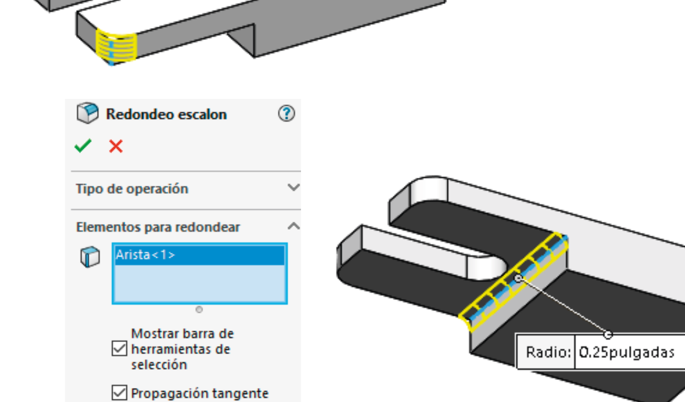
√ Seleccione el plano de alzado (Datum 2) y corte el escalón





√ Añada los redondeos de la base



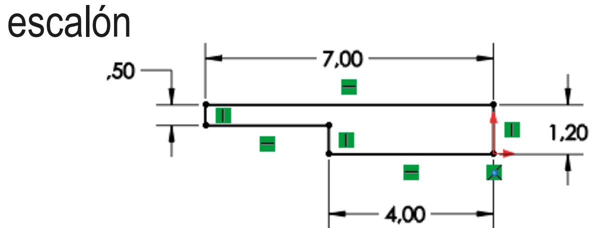


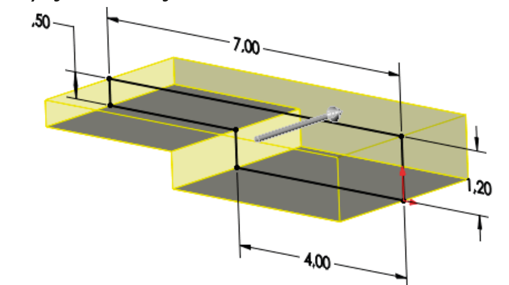
√ Añada el redondeo del escalón

Hay otras secuencias igualmente válidas!

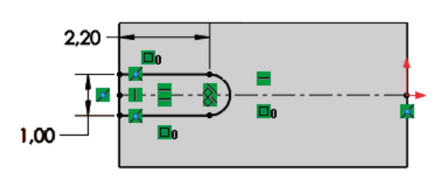
Por ejemplo:

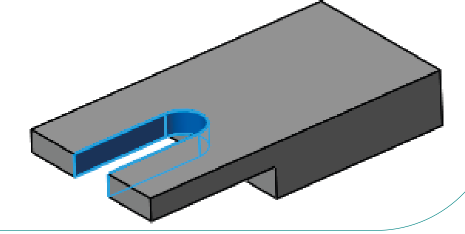
√ Seleccione el plano de alzado (Datum 1) y extruya la base con escalón





√ Seleccione la cara superior de la base (Datum 2) y corte la ranura





Pero algunas secuencias son claramente malas!

Por ejemplo, siempre es preferible modelar los redondeos por separado, no embebidos en otras operaciones!

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Añada la pared lateral:

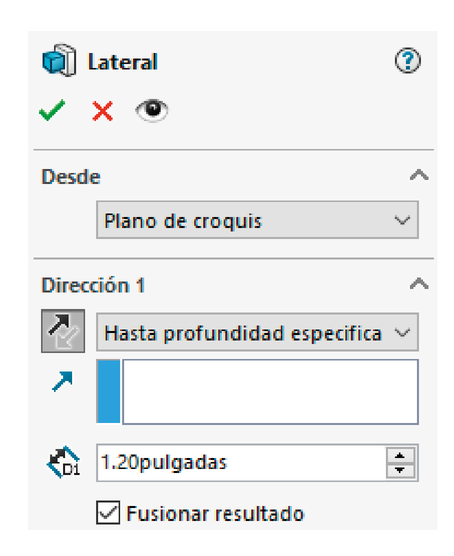
√ Use el Plano lateral (Datum 3) para dibujar el contorno

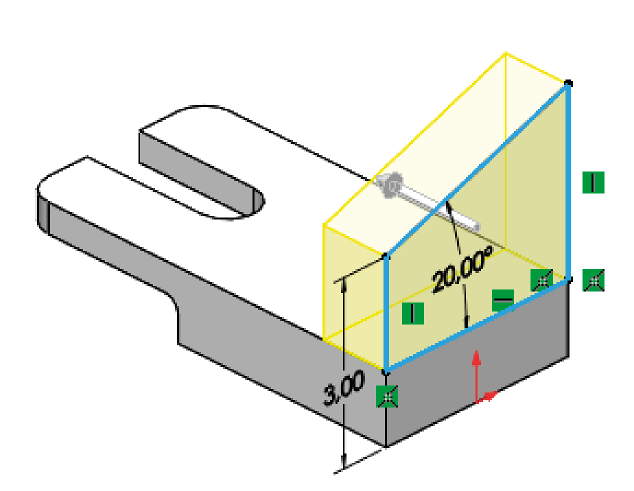
Vista lateral

El plano lateral coincide con la cara lateral porque el primer croquis se ha dibujado haciendo coincidir el origen con la arista lateral derecha

20.00°
3.00

√ Extruya



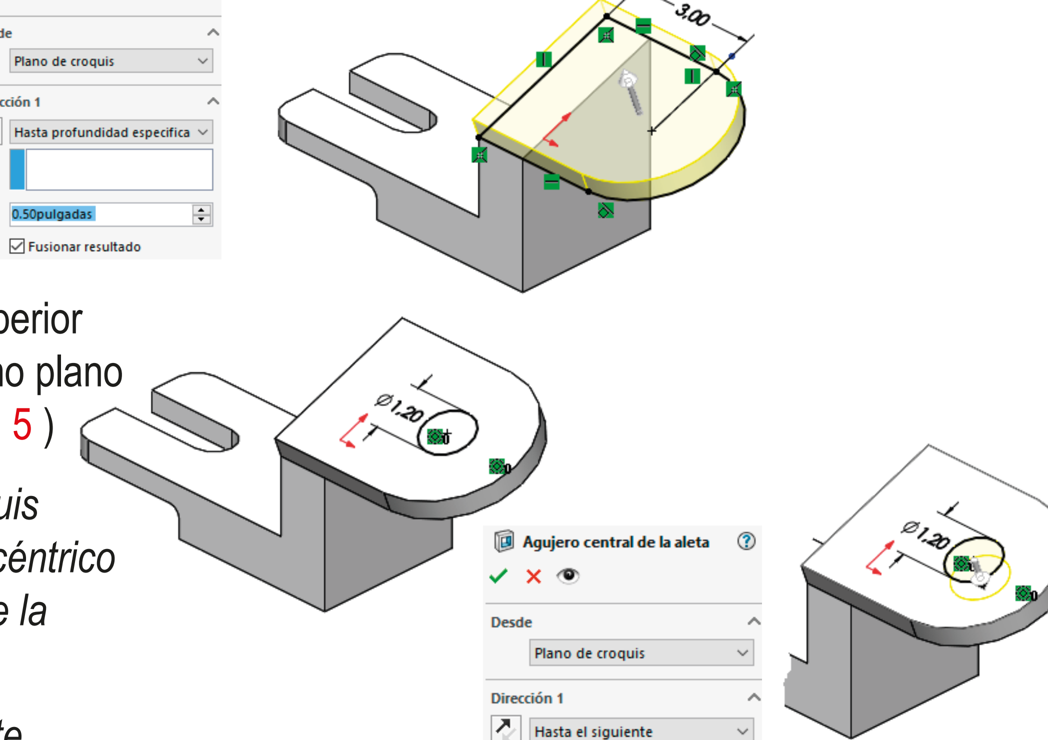


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Añada la aleta:

- Dibuje el contorno sobre la cara oblicua de la pared lateral (Datum 4)
- *Extruya*
- Use la cara superior de la aleta como plano auxiliar (Datum 5)
- *Dibuje un croquis redondo y concéntrico con el borde de la aleta*
- *Extruya en corte*



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

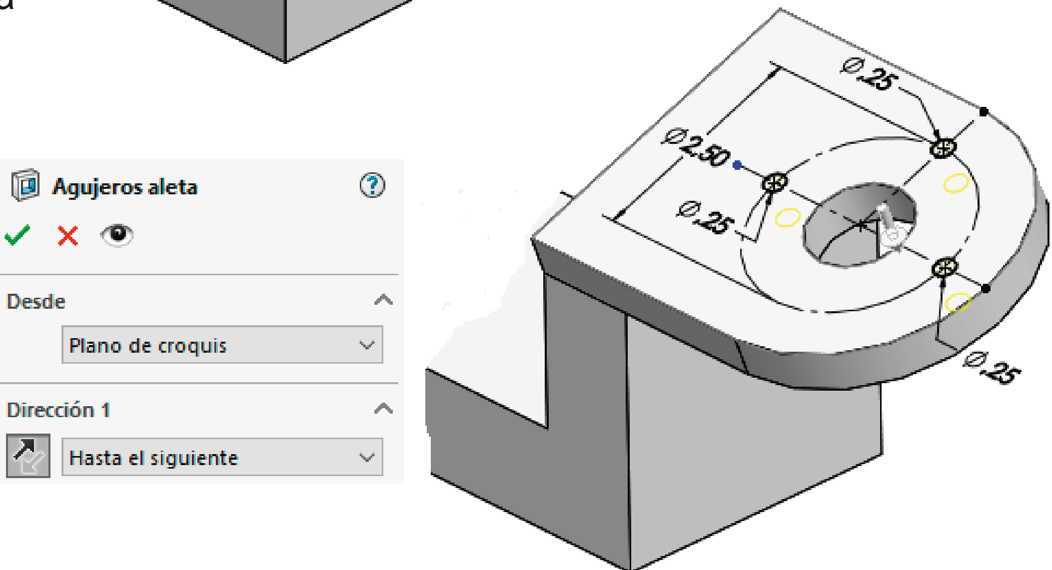
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Añada los agujeros y la ranura

√ Use la cara superior de la aleta como plano auxiliar (Datum 5)

√ Dibuje una "plantilla" de líneas auxiliares para colocar los agujeros y la ranura (Datum 6)

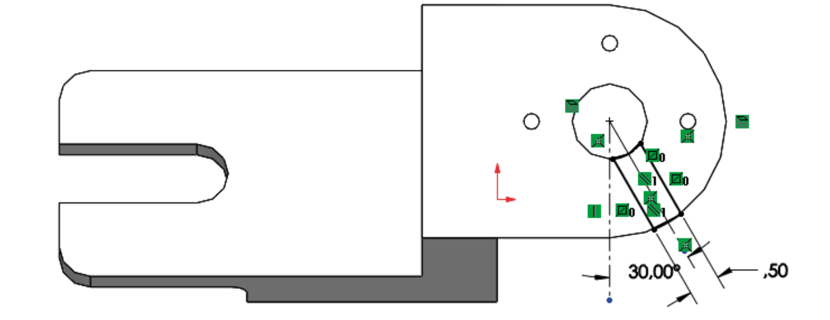
√ Extruya en corte



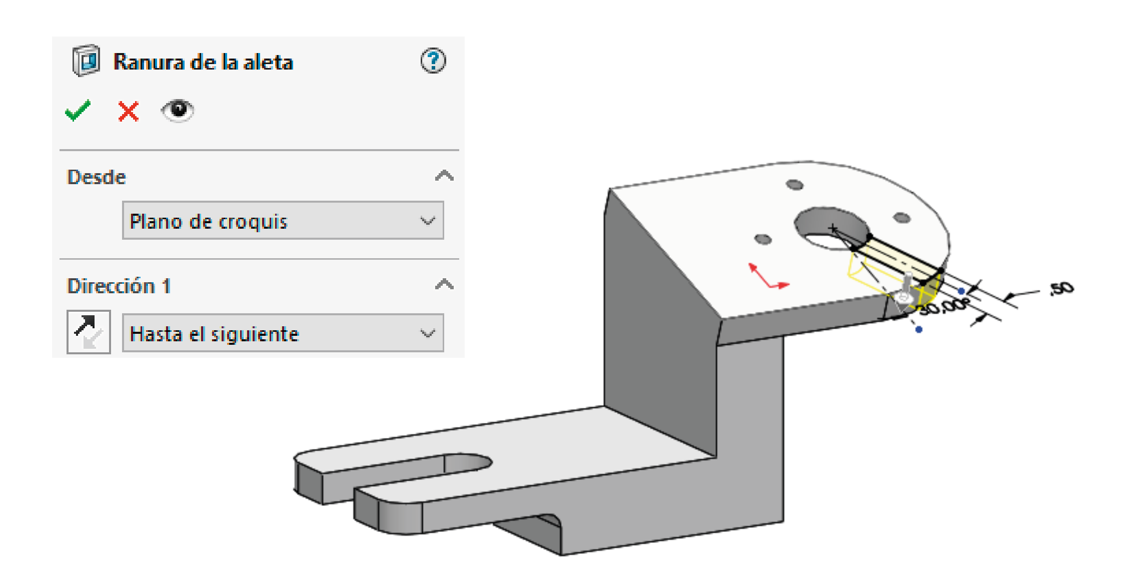
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Use el datum 5 para dibujar el contorno de la ranura



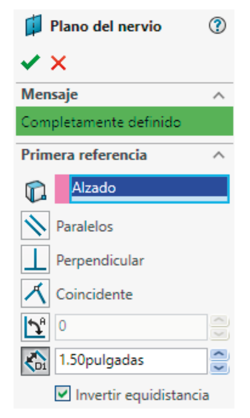
√ Corte la ranura



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

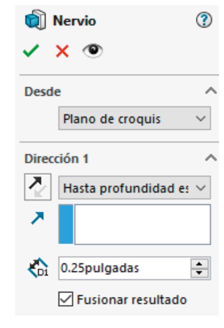
Añada los nervios:

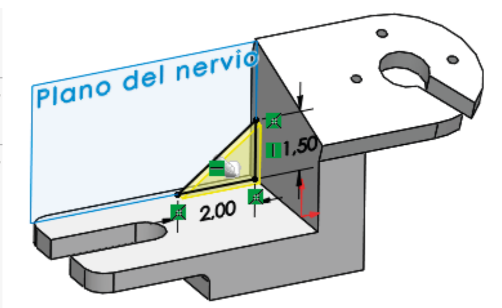
√ Defina un plano paralelo al alzado (Datum 7)



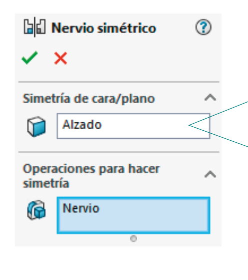
√ Dibuje el contorno del nervio en el Datum 7

√ Extruya el nervio

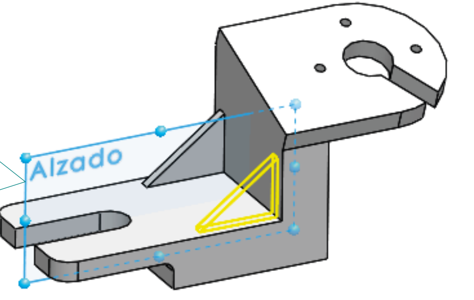




√ Construya el segundo nervio de forma análoga, o aplique simetría



La simetría es fácil de definir, porque el contorno de la base se ha dibujado simétrico respecto al alzado



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

El modelo ya está completo

Origen
Base
Escalon base
Redondeos base
Redondeo escalon
Lateral
Aleta superior
Agujero central de la aleta
Agujeros aleta
Ranura de la aleta
Plano del nervio
Nervio
Nervio simétrico

Compruebe que los cambios se pueden hacer

- Cambie la anchura de la base
- Cambie la altura de la pared lateral

¡Revierta el modelo después de comprobar los cambios!

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

1 Se muestra cómo se debe elegir los planos de referencia

En piezas con orientaciones particulares, los datums deben definirse de la misma forma que las vistas particulares

2 Se muestra el uso de planos auxiliares como datums

3 Se usan "líneas constructivas" como datums, para situar los elementos que forman parte de un croquis

4 Los taladros se han modelado con las herramientas genéricas, pero veremos que también se pueden modelar con herramientas específicas para elementos característicos

Evaluación

Para evaluar si el modelo es valido y completo:

- Trate de abrir el modelo que ha creado para resolver este ejercicio

  Trate de abrirlo en un computador diferente

- Asuma que el modelo no está perdido si puede encontrar su fichero

- Compruebe que el modelo se abre sin errores, y en estado neutro (todos los menús están disponibles y ningún comando está en progreso)

  ¿Hay algún croquis abierto?

#	Criterio
M1	**El modelo es válido**
M1.1	El modelo puede ser encontrado
M1.2	El modelo puede ser abierto
M1.3	El modelo puede ser usado

- Compare la forma y el tamaño del objeto dibujado en la figura del enunciado con la forma y el tamaño del modelo final

  ¡Vea la página siguiente!

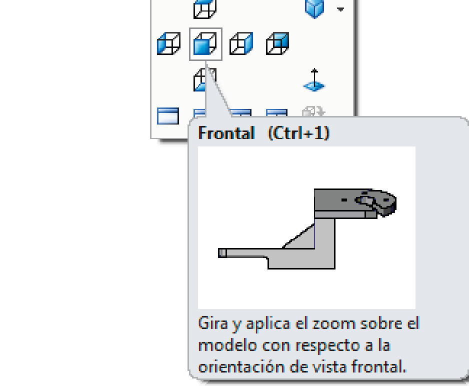
#	Criterio
M2	**El modelo está completo**
M2.1	El modelo replica la forma de la pieza
M2.2	El modelo replica el tamaño de la pieza

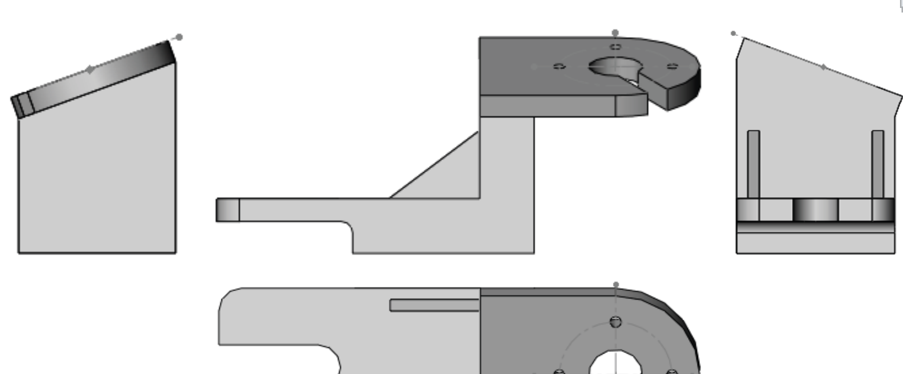
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Use las vistas principales para comprobar que el modelo está completo

- Use el menú *Ver Orientación* para seleccionar las vistas principales e inspeccionarlas





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

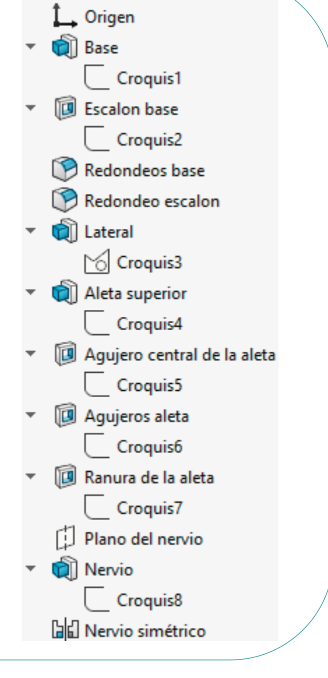
Evalúe si el modelo es consistente:

#	Criterio
M3	**El modelo es consistente**
M3.1	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas, y están completamente restringidos
M3.1a	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas
M3.1b	Los perfiles están completamente restringidos
M3.2	El modelo está bien vinculado al sistema global de referencia y a un conjunto de datums apropiados
M3.2a	El modelo está alineado y orientado respecto al sistema global de referencia
M3.2b	El modelo usa datums apropiados (que definen un andamio/ esqueleto que ayuda a construir y editar el modelo)
M3.3	Todas las partes del modelo están correctamente fusionadas

Abra e inspeccione los croquis, para comprobar que están libres de líneas duplicadas o segmentadas

¡Vea las páginas siguientes!

Compruebe en el árbol del modelo que todos los croquis están completamente restringidos

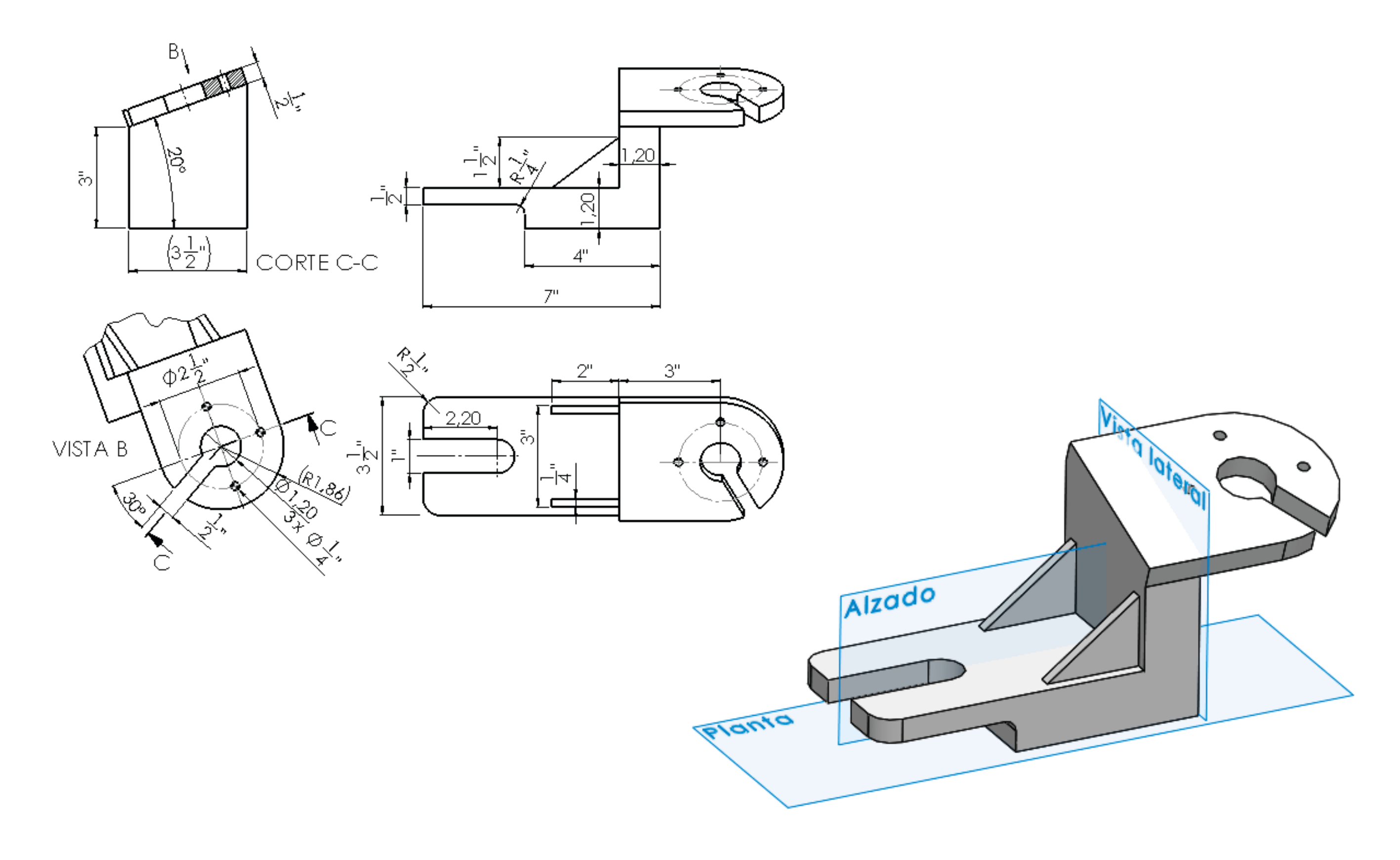


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

√ Mostrando los planos de referencia se observa que el modelo está orientado en vertical ("apoyado" en la planta, como el dibujo que lo define), y sus caras principales están ligada al sistema de referencia global (M3.2a)

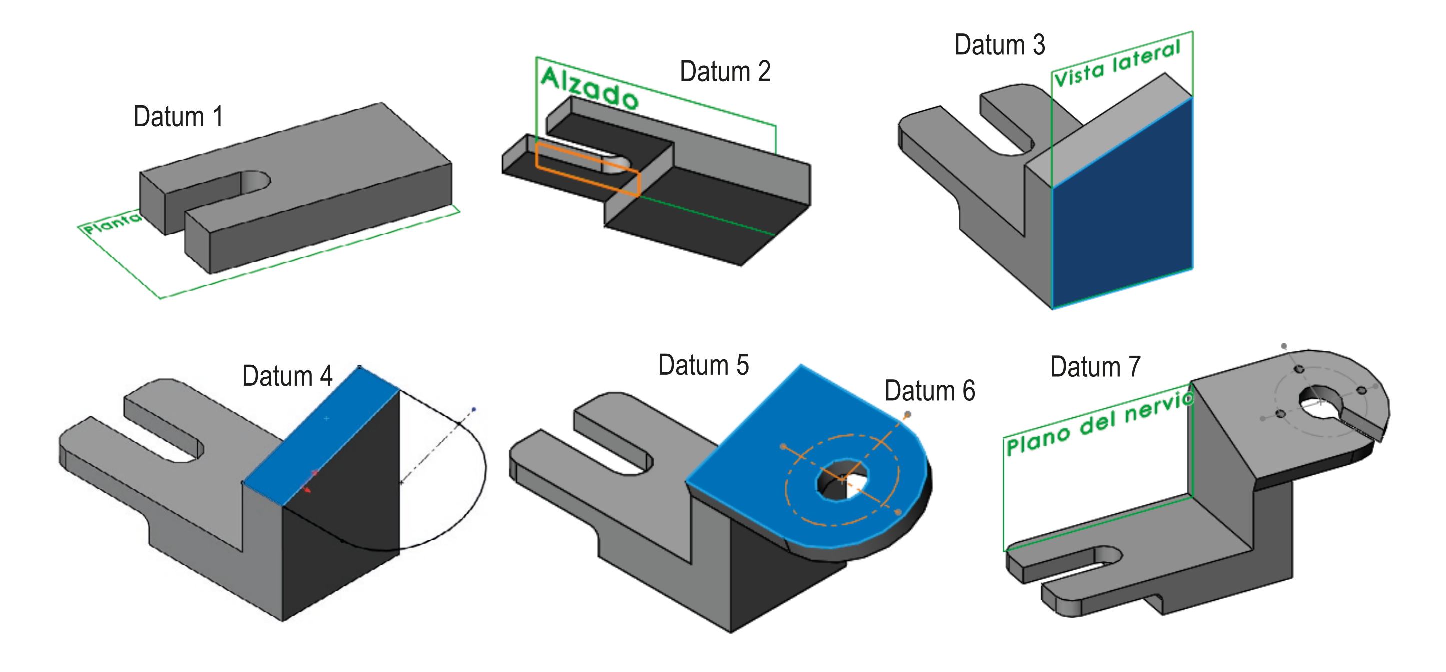


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

√ Los datums (dos/tres de ellos al vuelo) ayudan a "articular" el modelo (M3.2b)



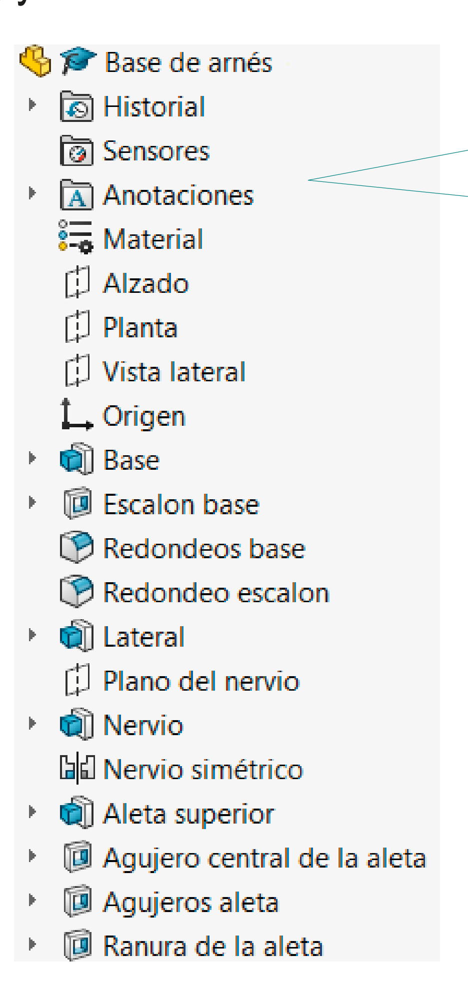
√ El análisis también muestra que el modelo está libre de datums repetitivos o fragmentados (criterio M4.1c)

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

√ Revisando el árbol del modelo, se comprueba que las partes se han fusionado, y el resultado es un único sólido (M3.3)



Cuando el modelo está fragmentado en diversos cuerpos, se muestra una carpeta de "*Sólidos*" en el árbol del modelo

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Evaluación

Evalúe si el modelo es conciso:

#	Criterio
M4	**El modelo es conciso**
M4.1	El modelo está libre de restricciones, operaciones de modelado o datums repetitivos o fragmentados
M4.1a	Los perfiles están libres de restricciones repetitivas o fragmentadas
M4.1b	El modelo está libre de operaciones de modelado repetitivas o fragmentadas
M4.1c	El modelo está libre de datums repetitivos o fragmentados

Abra e inspeccione los croquis, para comprobar que están libres de restricciones repetitivas o fragmentadas

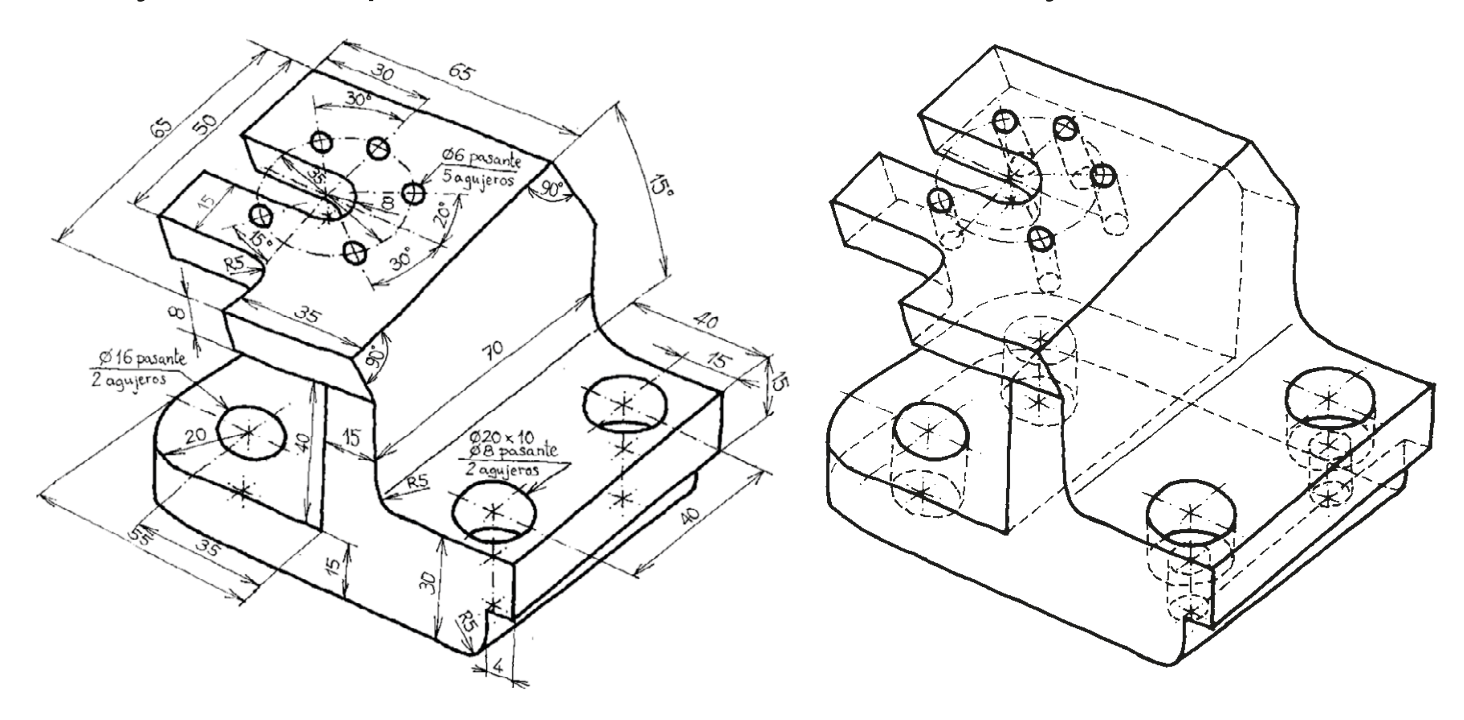
Compruebe que no hay operaciones de modelado ni datums repetitivos o fragmentados en el árbol del modelo

Origen
Base
Escalon base
Redondeos base
Redondeo escalon
Lateral
Aleta superior
Agujero central de la aleta
Agujeros aleta
Ranura de la aleta
Plano del nervio
Nervio
Nervio simétrico

Ejercicio 1.4.2. Base de anclaje

Tarea

Las figuras muestran sendos bocetos axonométricos de una base de anclaje, uno representado sin aristas ocultas y con cotas, y el otro representado con aristas ocultas y sin cotas

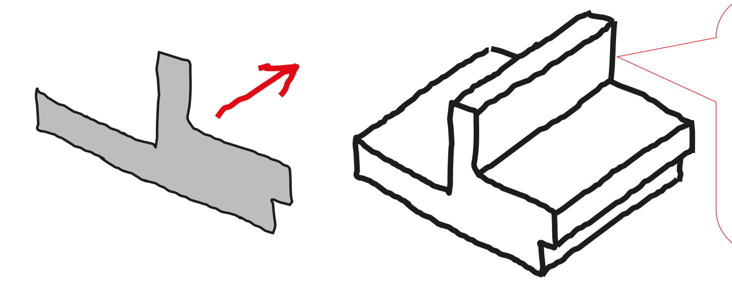


Obtenga el modelo sólido de la base de anclaje, de forma que se pueda cambiar fácilmente la altura (40mm) y la inclinación (15º) de la aleta superior

Estrategia

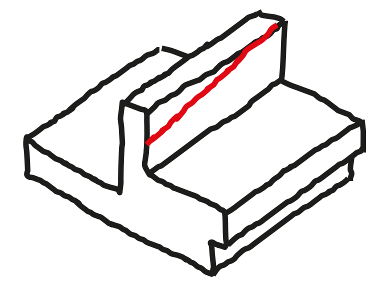
La estrategia de modelado es:

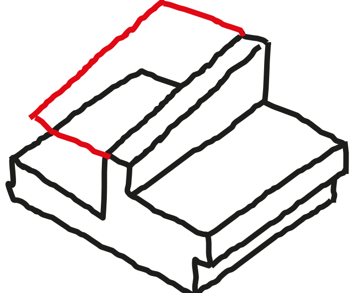
√ Dibuje el perfil de la base y extruyalo



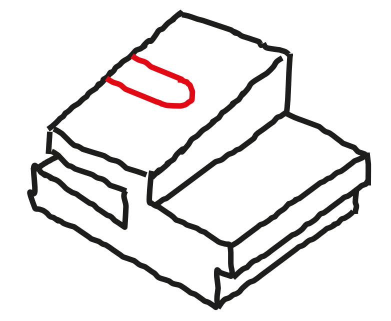
Tendrá que sobredimensionar la altura, para luego poder recortar la cara superior inclinada

√ Defina un plano inclinado para obtener la placa superior





√ Añada los agujeros y redondeos



Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Obtenga la base:

√ Seleccione el alzado como plano de trabajo (Datum 1)

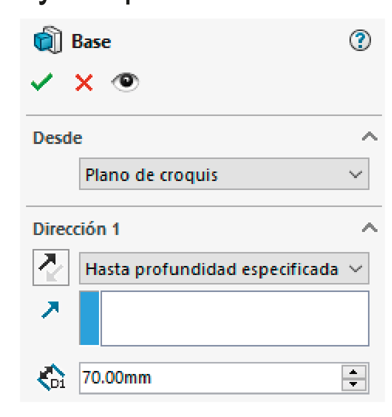
√ Dibuje el perfil de la base

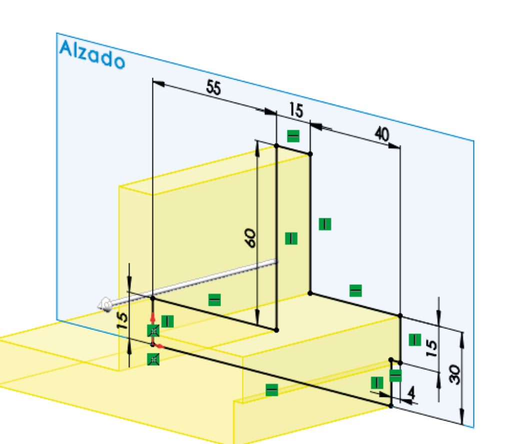
Alzado
55 15 40
60
15
15
30
4

Note el vértice anclado al origen

Sobredimensione la altura, para luego poder recortar la cara superior inclinada

√ Extruya el perfil

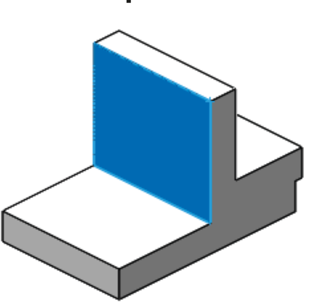


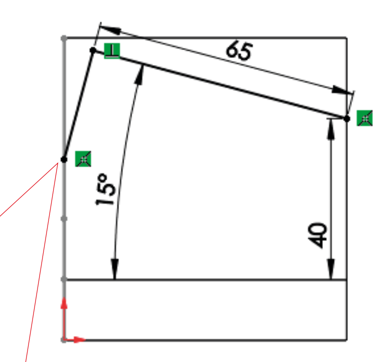


Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Obtenga la cara inclinada superior:

- √ Seleccione la cara izquierda del montante central como plano de trabajo (Datum 2)

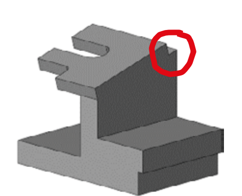


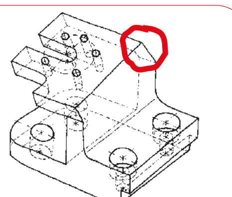


- √ Dibuje el contorno que servirá para obtener la cara inclinada superior

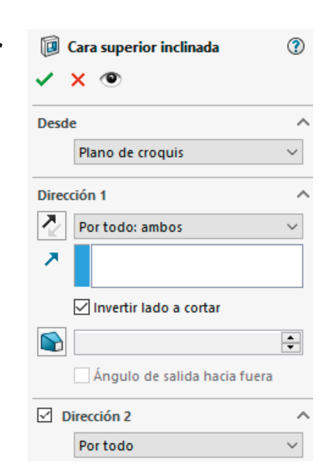


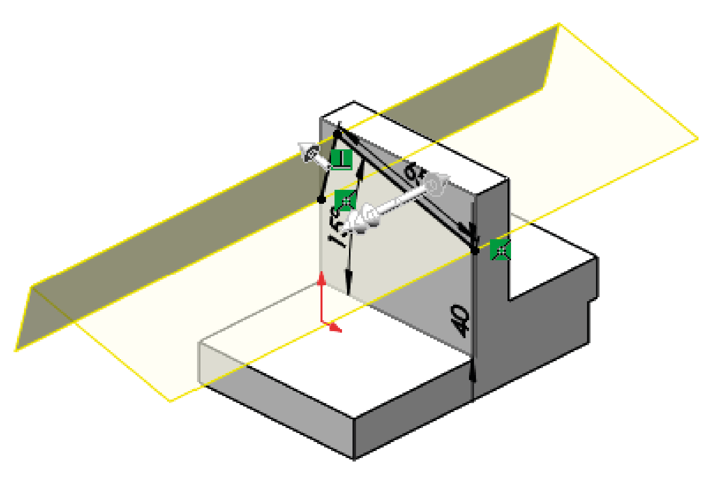
Si no añade la arista trasera, el modelo no coincidirá con el buscado





- √ Corte para obtener la cara inclinada superior





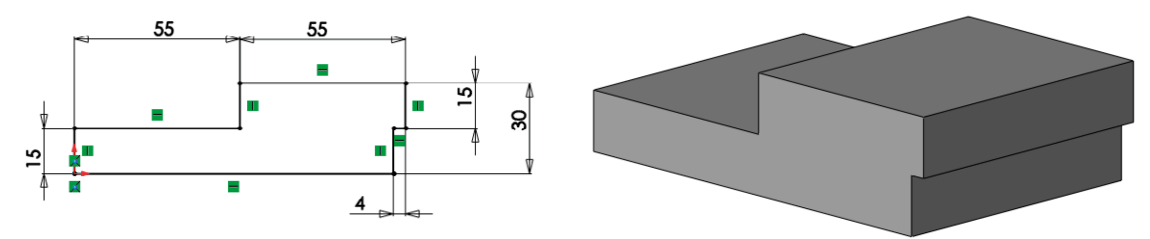
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

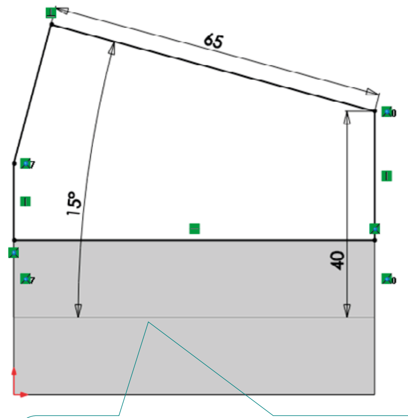


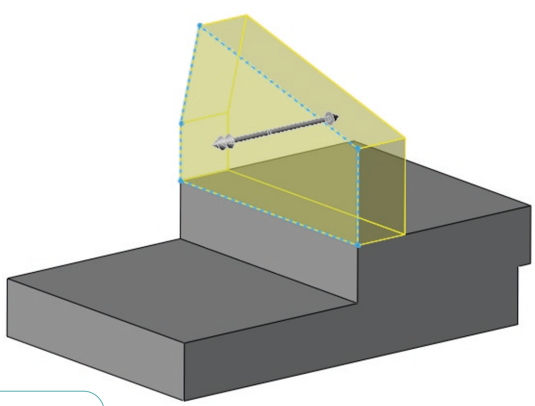
¡Otra alternativa es modelar la pared vertical con una extrusión independiente de la de la base!

- √ Extruya la base, sin la pared vertical



- √ Extruya la pared vertical





Esta alternativa evita el problema de sobredimensionar la pared vertical con una "falsa cota" de altura inicial que luego se recorta

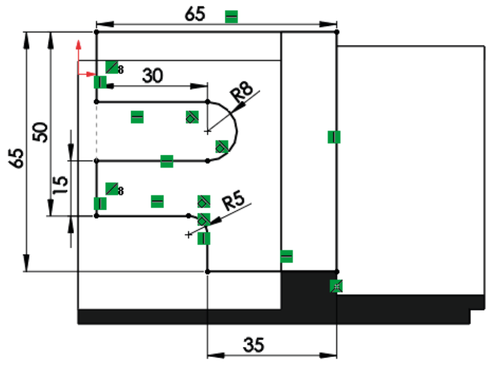
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

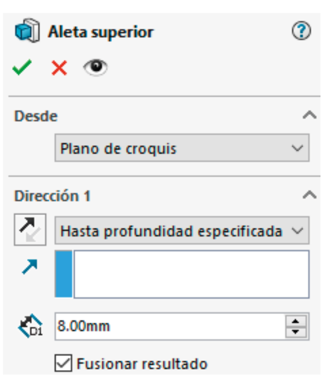
Añada la aleta superior:

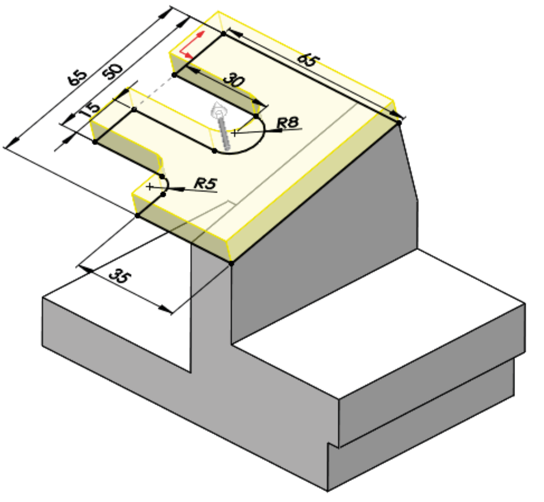
- Seleccione la cara superior inclinada como plano de trabajo (Datum 3)

- Dibuje el perfil de la aleta superior



- Extruya la aleta superior



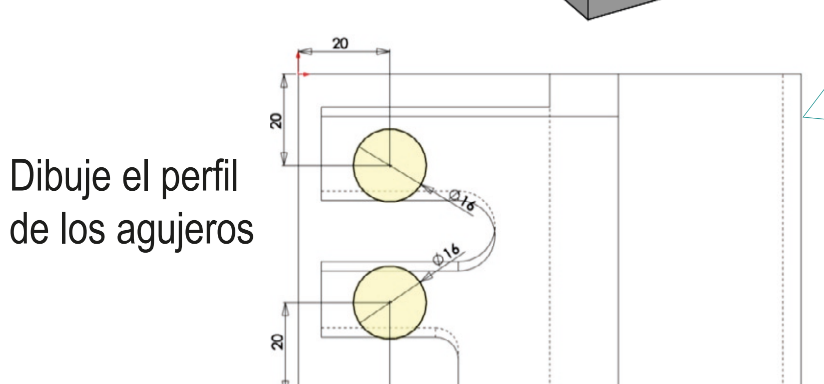


Ejecución

Añada los agujeros cilíndricos:

- Seleccione la cara superior izquierda de la base como plano de trabajo (Datum 4)

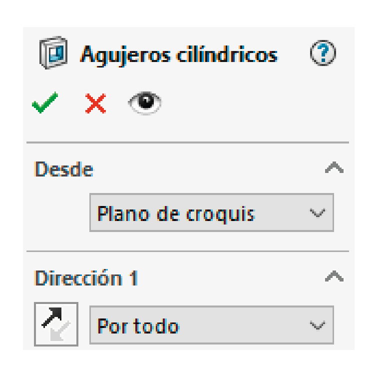
- Dibuje el perfil de los agujeros

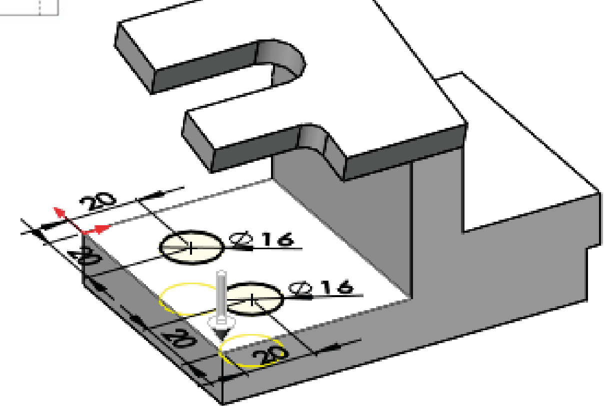


Puede activar el modo de visualización alámbrica para dibujar los perfiles

Estilo de visualización
Cambia el estilo de visualización para la vista activa.

- Extruya en corte

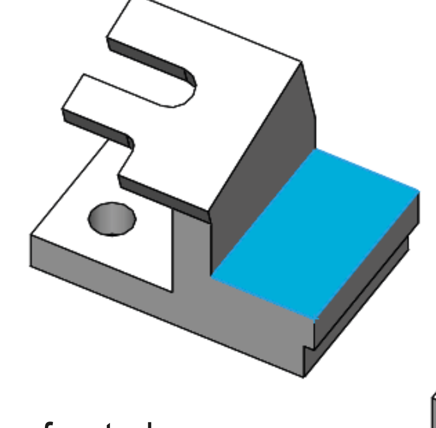


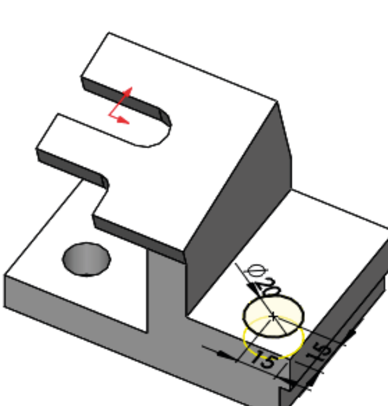


Ejecución

Añada los agujeros cilíndricos refrentados:

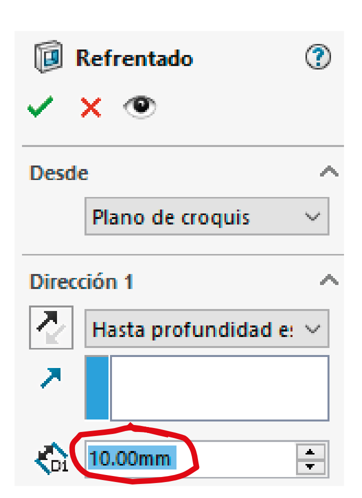
- Seleccione la cara superior derecha de la base como plano de trabajo (Datum 5)

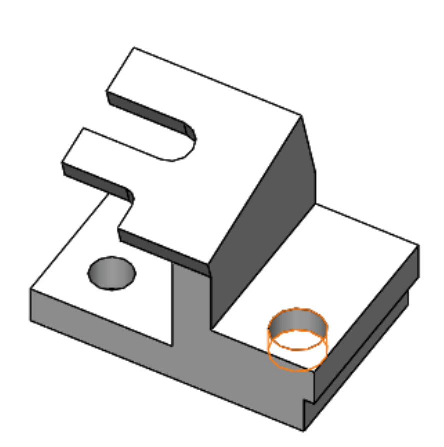




- Dibuje el perfil de uno de los refrentados

- Extruya hasta la profundidad del refrentado





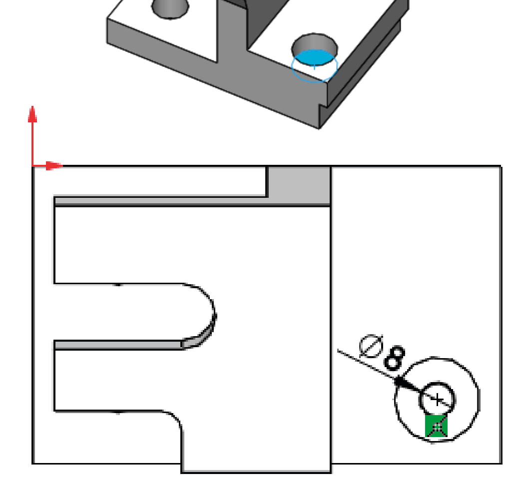
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

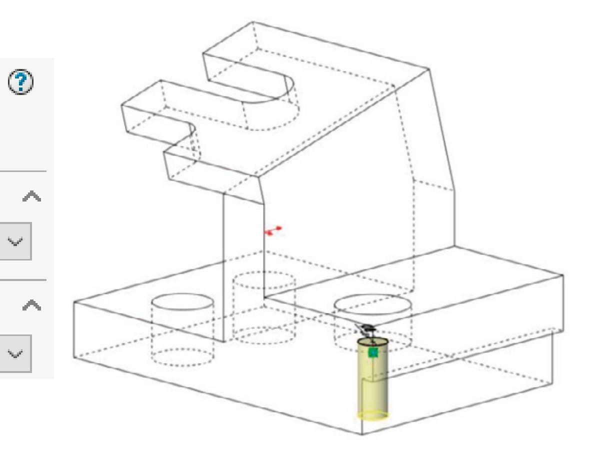
Ejecución

- Seleccione el fondo del refrentado como plano de trabajo (Datum 6)

- Dibuje el perfil del agujero



- Extruya el perfil hasta atravesar toda la pieza



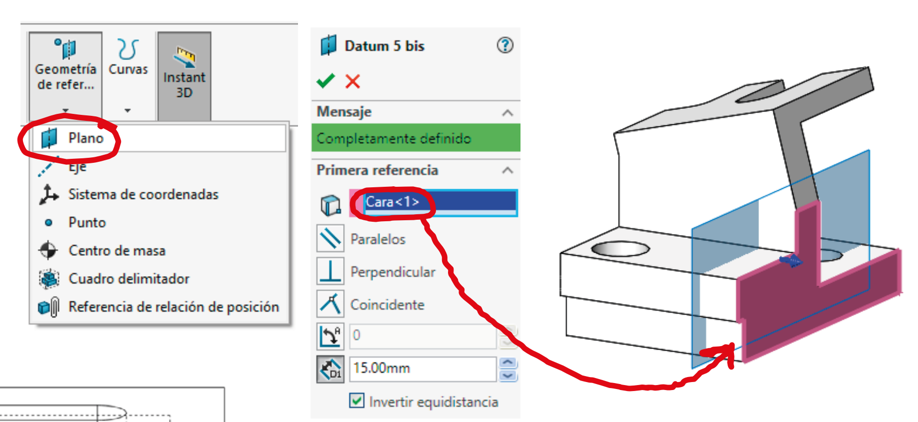
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

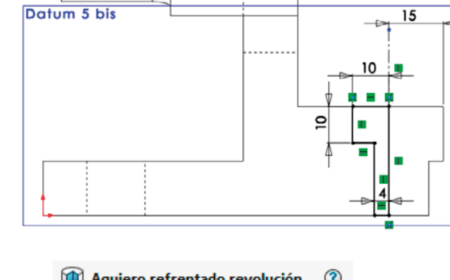


Los agujeros refrentados se pueden obtener más rápidamente por revolución:

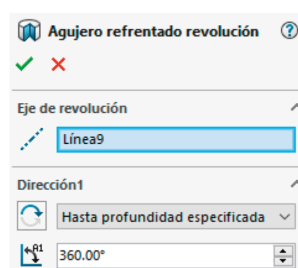
- ¡Defina primero un plano diametral del agujero (datum 5 bis)!

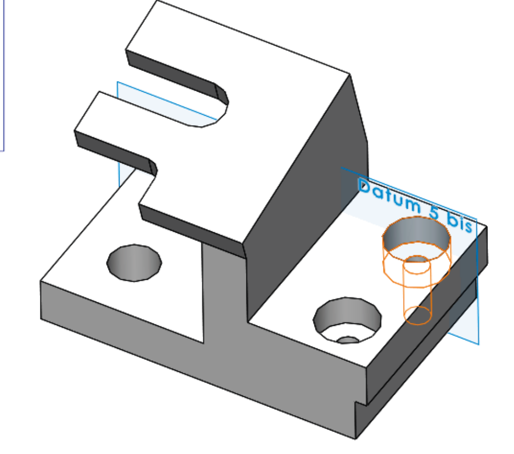


- Dibuje el perfil en el datum 5 bis



- Obtenga el agujero por revolución



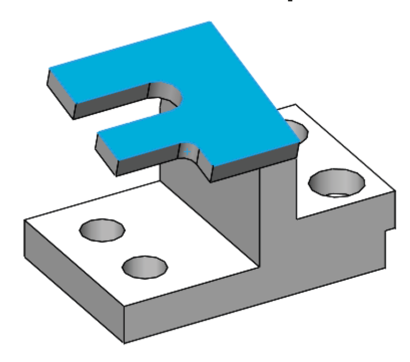


ISBN: 978-84-18432-81-1

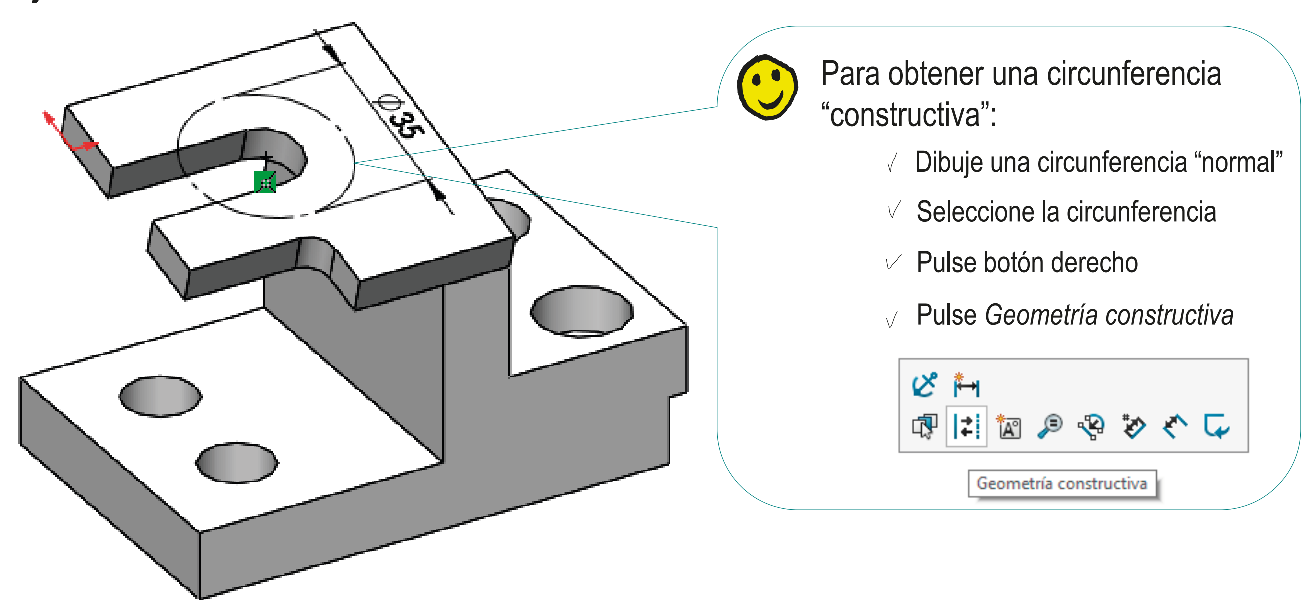
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Añada los agujeros de la aleta superior:

- √ Seleccione la cara superior de la aleta como plano de trabajo (Datum 7)



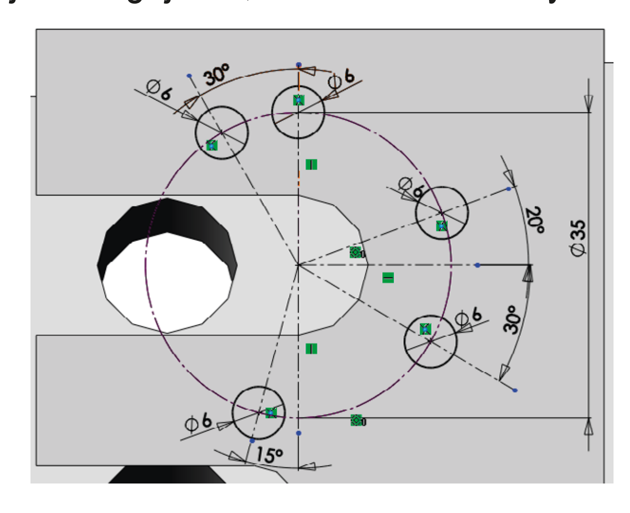
- √ Dibuje una circunferencia auxiliar

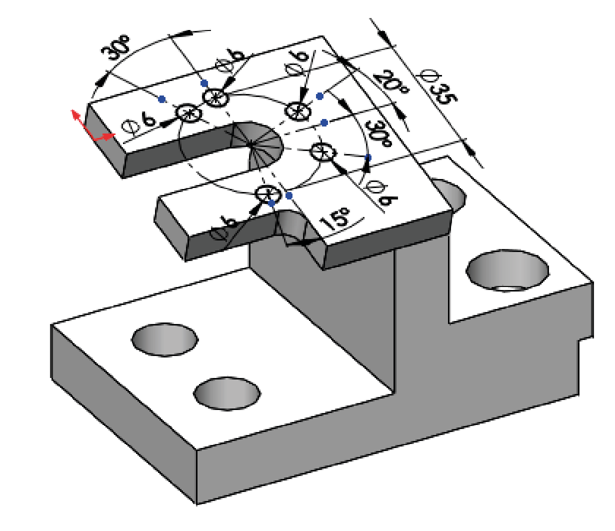


ISBN: 978-84-18432-81-1

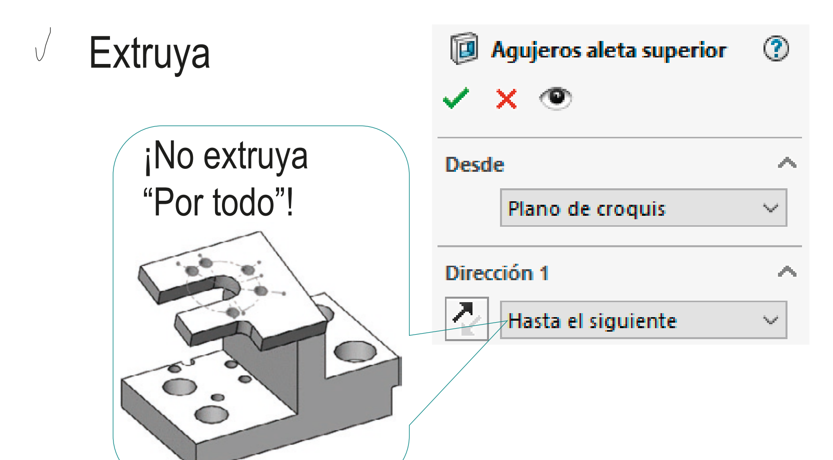
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

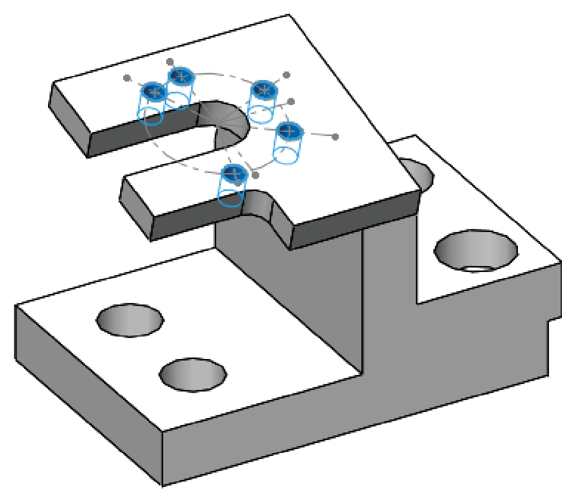
√ Dibuje los agujeros, situándolos con ayuda de líneas constructivas





√ Extruya





Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

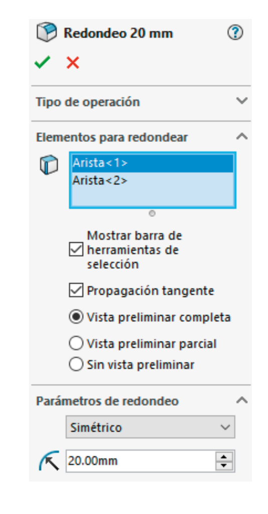
Añada los redondeos:

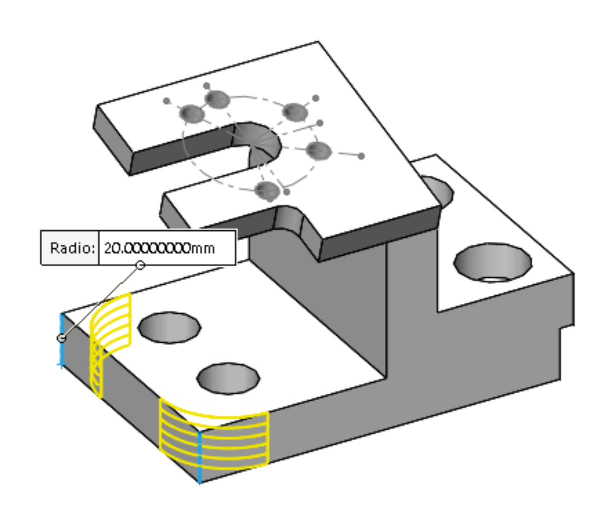
√ Seleccione el comando *Redondeo*



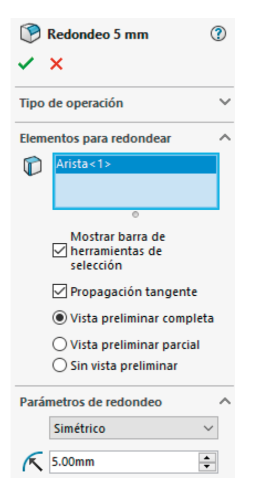
√ Seleccione las aristas a redondear

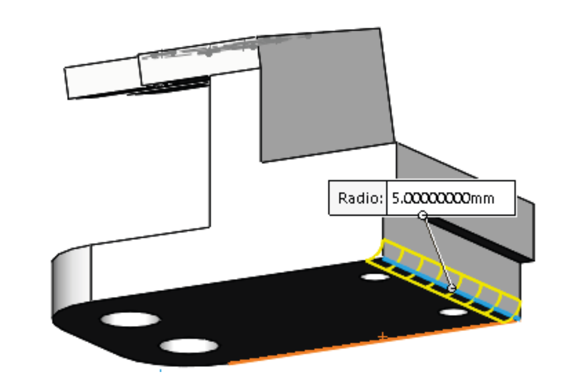
√ Seleccione el radio





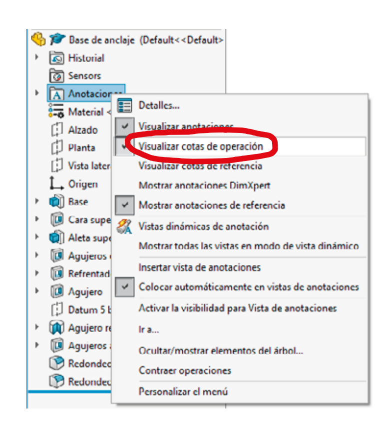
√ Repita el procedimiento para el resto de redondeos





Compruebe si se pueden hacer los cambios de altura e inclinación de la aleta:

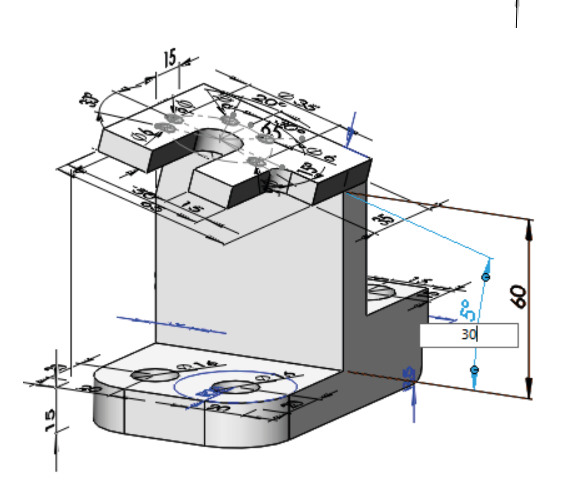
√ Active la *Visualización de cotas de operación*

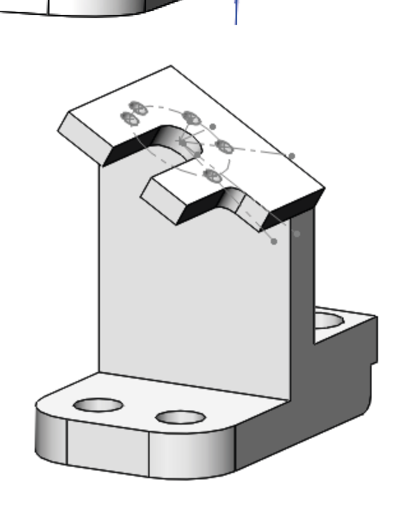




√ Cambie la posición en altura de la aleta

√ Cambie la inclinación de la aleta



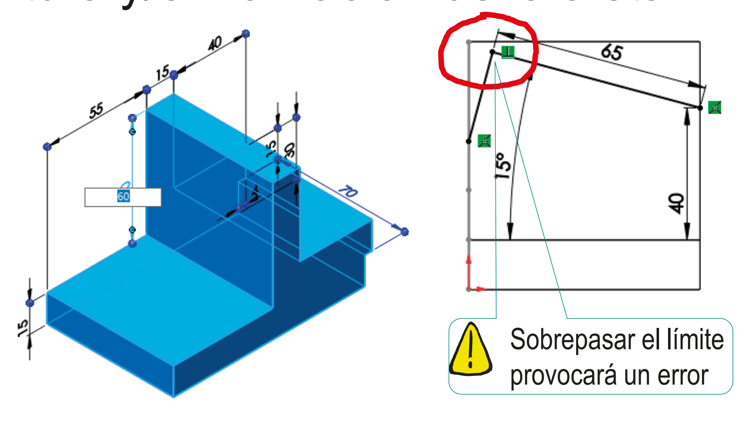


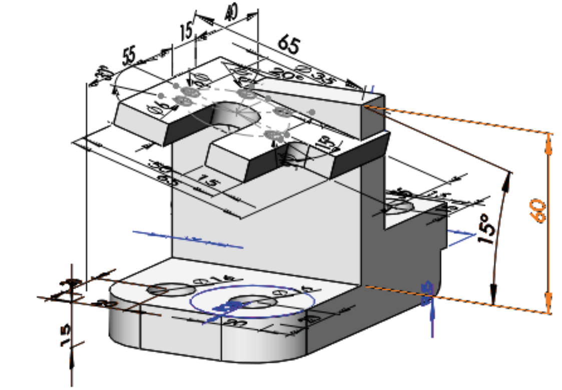
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

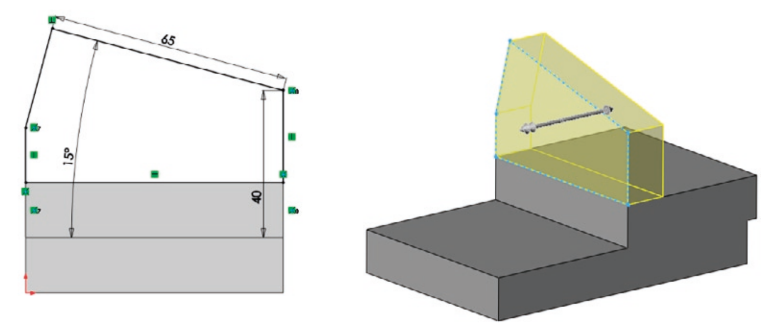
Si ha modelado una pared de altura arbitraria, para luego recortarla, la altura arbitraria limita el incremento válido de la altura y/o inclinación de la aleta:







Si ha modelado la pared recortada, no hay límite para el incremento válido de la altura y/o inclinación de la aleta:



Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 El ejemplo muestra como se debe elegir los planos de referencia

En piezas con orientaciones particulares, los planos de referencia (datums) se eligen como las vistas particulares

2 Se usan “líneas constructivas” para situar los elementos que forman parte de un croquis

Las líneas constructivas actúan como datums internos a los croquis

3 El procedimiento de modelado debe tener en cuenta los cambios previsibles del modelo, puesto que el árbol del modelo puede impedir ciertos cambios

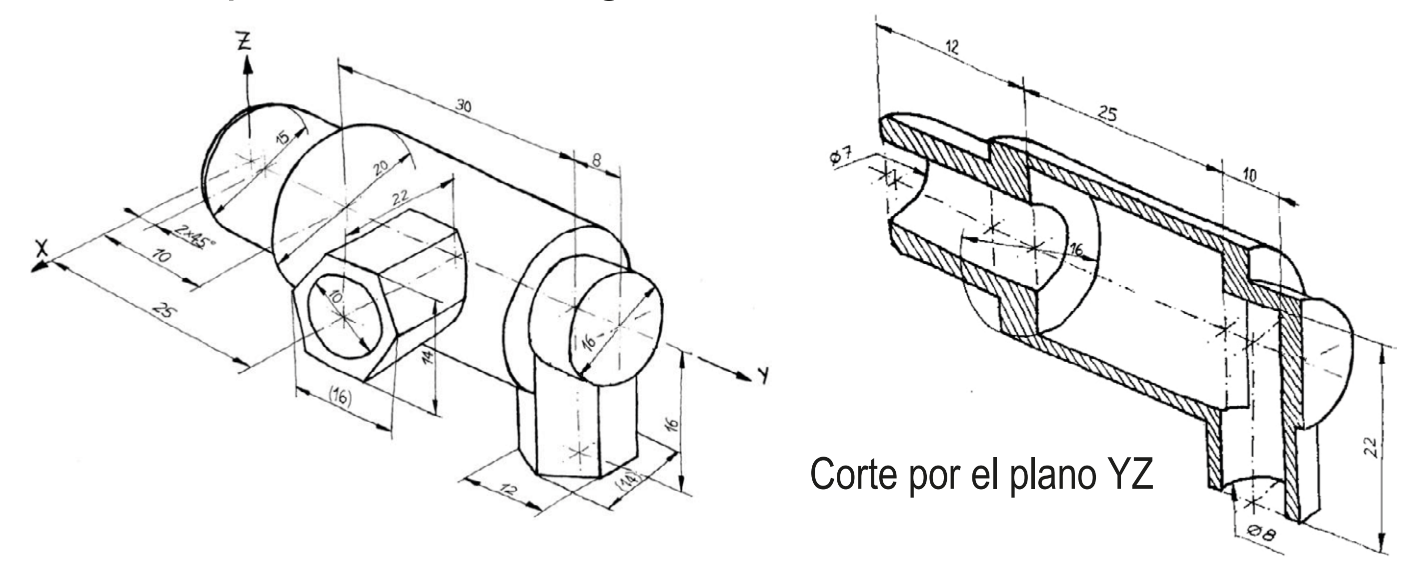
4 Los taladros se han modelado con las herramientas genéricas, pero veremos que también se pueden modelar con herramientas específicas para elementos característicos

Ejercicio 1.4.3. Cuerpo de válvula de gas

Tarea

- **Tarea**
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones

La figura muestra sendas axonometrías acotadas (en mm) de un cuerpo de válvula de gas



Corte por el plano YZ

Obtenga el modelo sólido de la pieza, de forma que se puedan cambiar fácilmente las longitudes de los tubos de sección hexagonal (22 y 16 mm), y el diámetro de la parte cilíndrica central (20 mm)

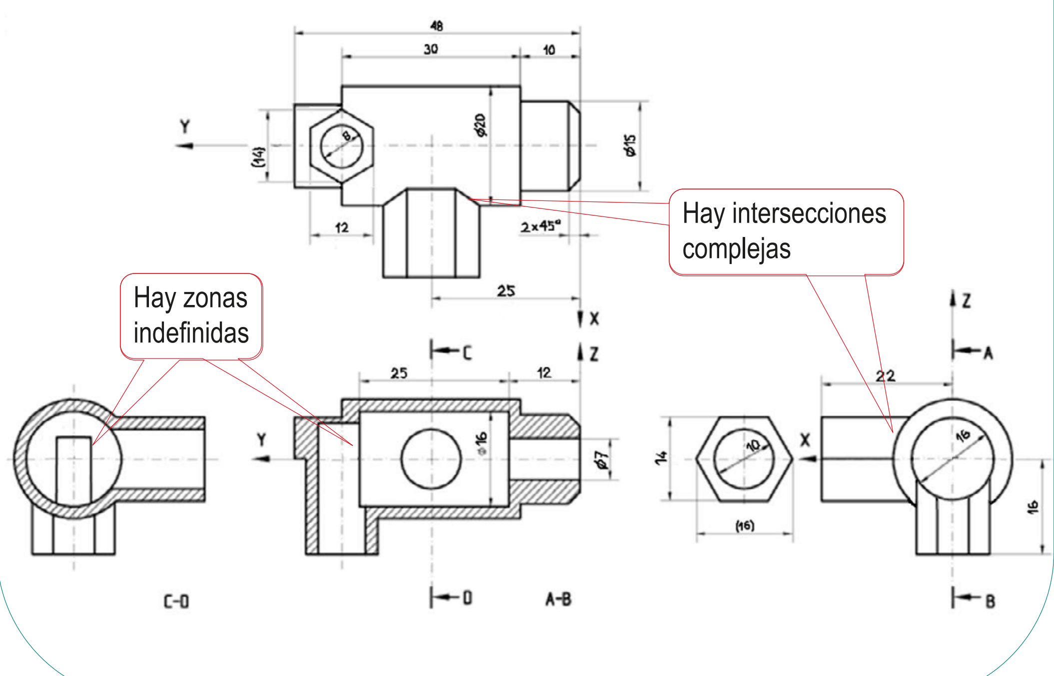
> Se pueden definir libremente aquellas partes de la pieza que queden parcialmente indefinidas en las imágenes, siempre que se obtenga un modelo completamente compatible con los datos suministrados

CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

1 Obtenga el dibujo de diseño de la pieza

El dibujo de diseño nos permite definir las partes indefinidas, y detectar las dificultades previsibles del proceso de modelado:



2 Elabore un procedimiento de modelado

Estrategia

1 Obtenga el dibujo de diseño de la pieza

2 Elabore un procedimiento de modelado

Para que las intersecciones se calculen más fácilmente, modele primero la forma maciza, y añada los agujeros después:

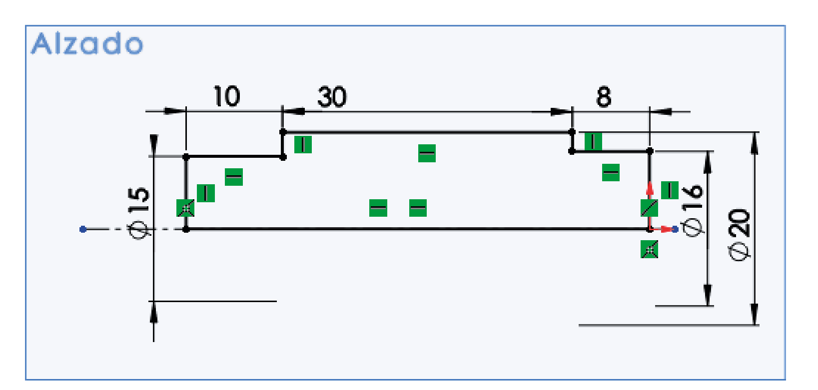
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

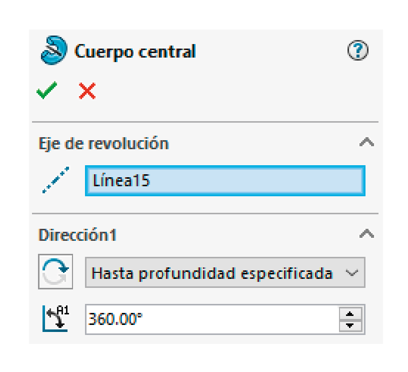
Ejecución: Modelo

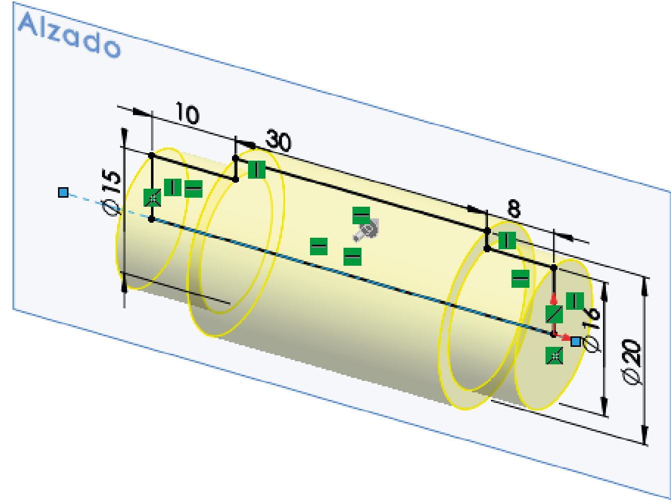
Para modelar el cuerpo central:

- √ Defina el alzado como plano de trabajo (Datum 1)
- √ Dibuje el perfil
- √ Restrinja y acote
- √ Añada un eje de revolución



- √ Obtenga el sólido por revolución

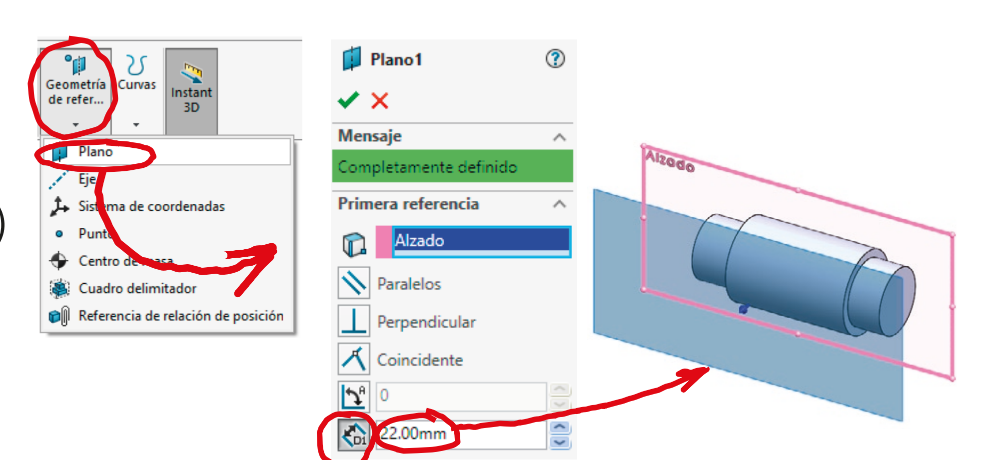




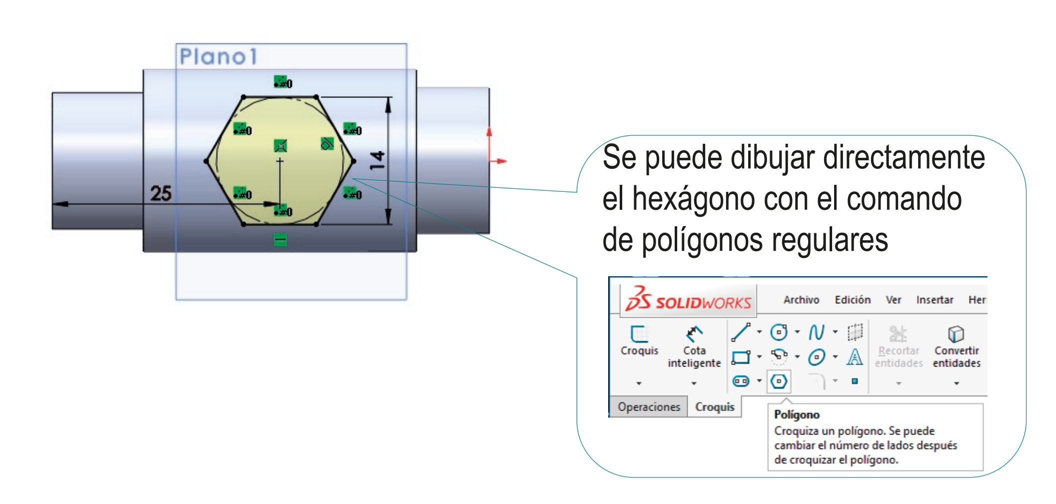
Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Edición
Conclusiones

Para modelar la boquilla lateral

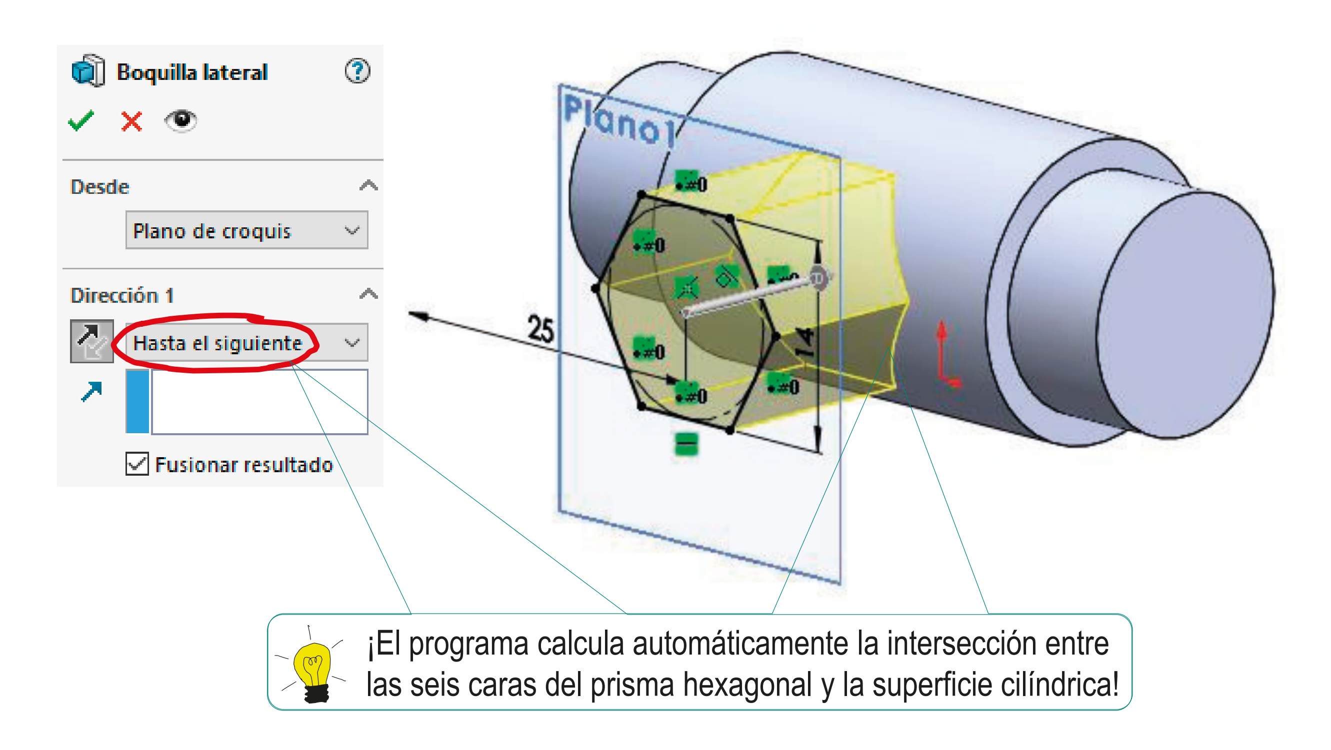
√ Defina un plano paralelo al alzado (a 22 mm) como plano de trabajo (Datum 3)



√ Utilice el Datum 3 para dibujar el perfil



- Extruya *Hasta el siguiente*

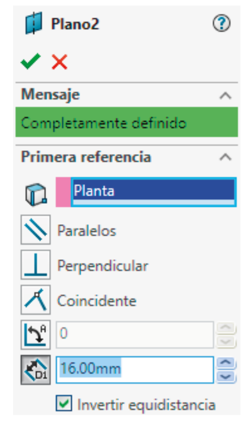


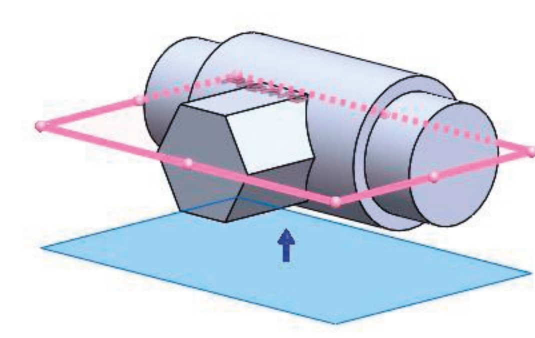
¡El programa calcula automáticamente la intersección entre las seis caras del prisma hexagonal y la superficie cilíndrica!

Extruyendo desde fuera hasta la intersección, el usuario no necesita calcular la intersección, puesto que la aplicación CAD la determina automáticamente

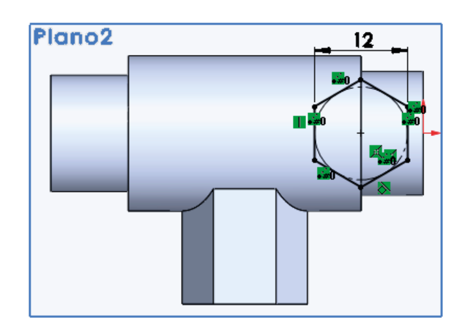
Para modelar la boquilla inferior

- Defina un plano paralelo a la planta (a 16 mm) como plano de trabajo (Datum 4)

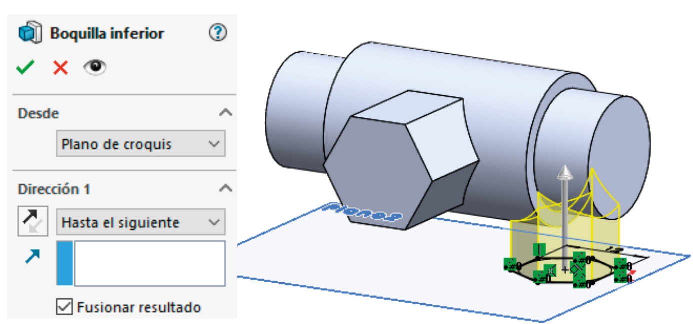




- Dibuje el perfil de la boquilla



- Extruya *Hasta el siguiente*



ISBN: 978-84-18432-81-1

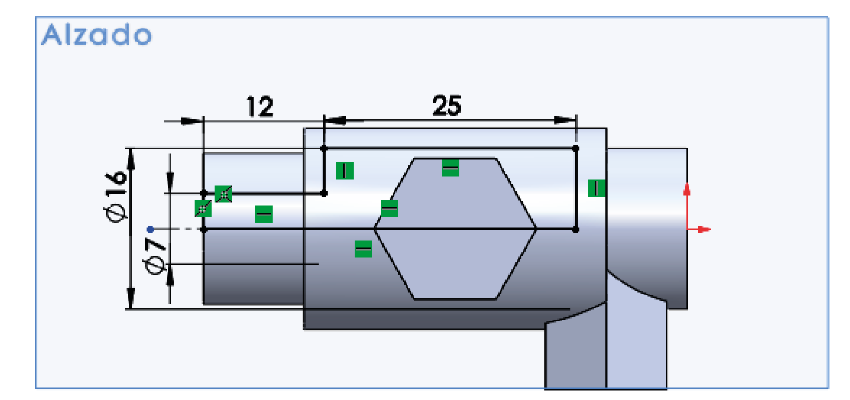
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Vacíe el hueco del cuerpo central

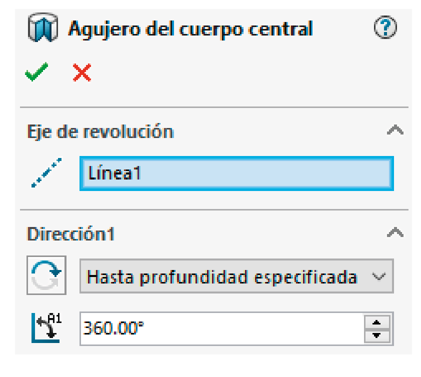
√ Defina el alzado como plano de trabajo (Datum 1)

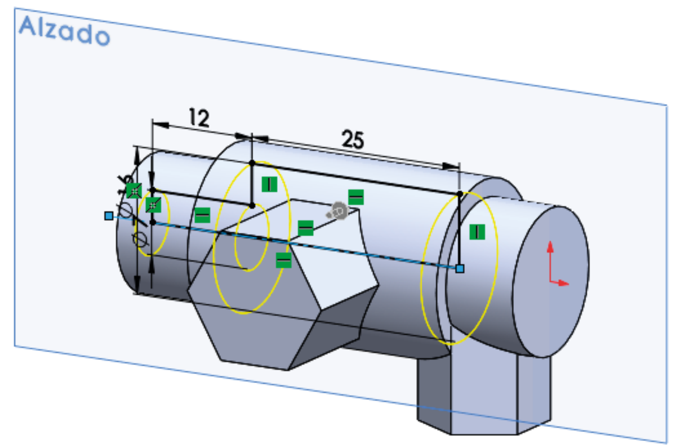
√ Dibuje el perfil

√ Añada un eje de revolución



√ Obtenga el hueco por corte de revolución





ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Modelo

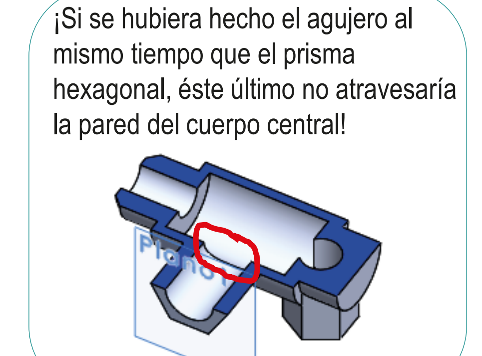
Añada el agujero de la boquilla lateral

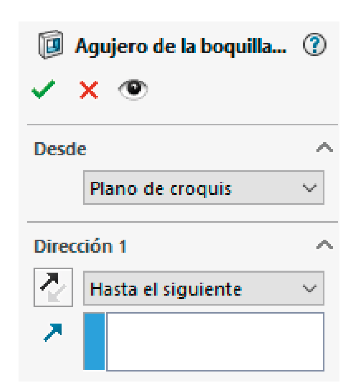
- Use el datum 3 como plano de trabajo
- Dibuje la circunferencia
- Acote y restrinja

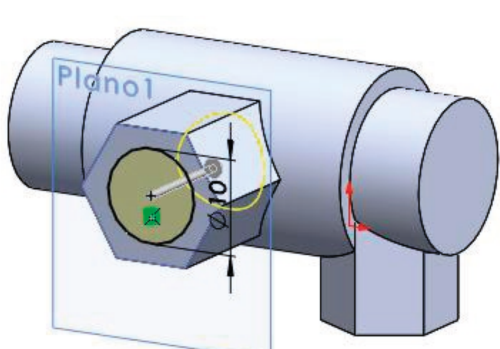
¡Para hacer coincidente el centro de la circunferencia con el del hexágono, debe hacer visible el croquis del hexágono!

- Haga un agujero extruido *Hasta el siguiente*

¡Si se hubiera hecho el agujero al mismo tiempo que el prisma hexagonal, éste último no atravesaría la pared del cuerpo central!







ISBN: 978-84-18432-81-1

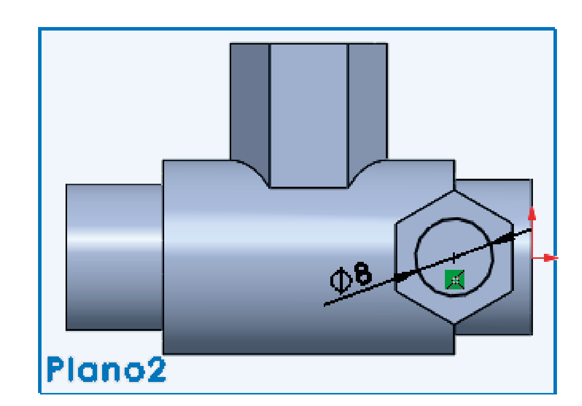
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Extruya el agujero de la boquilla inferior:

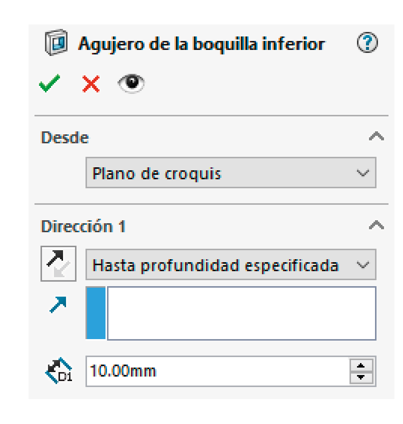
√ Defina el datum 4 como plano de trabajo

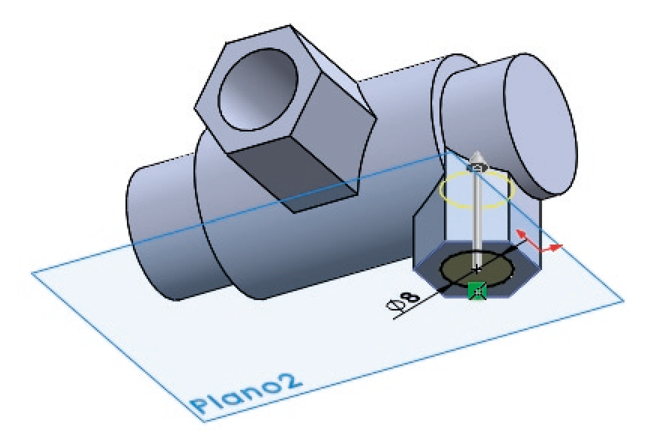
√ Dibuje el perfil

√ Restrinja y acote



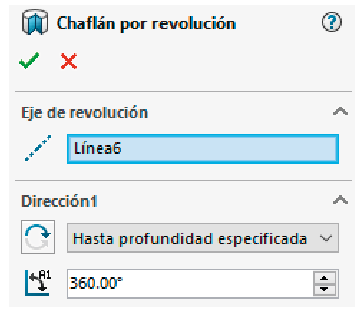
√ Extruya un corte *Hasta el siguiente*

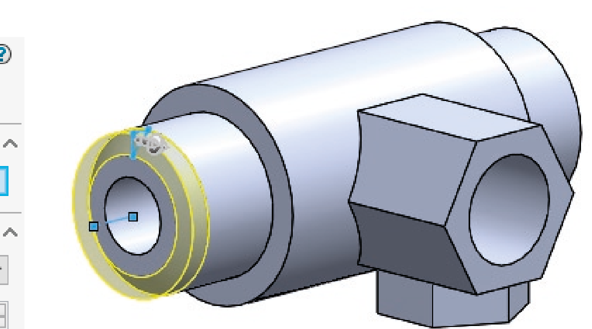




Añada el chaflán del cuerpo central

- √ Defina el alzado como plano de trabajo (Datum 1)
- √ Dibuje el perfil
- √ Restrinja y acote
- √ Dibuje el eje de revolución
- √ Elimine el material por corte de revolución





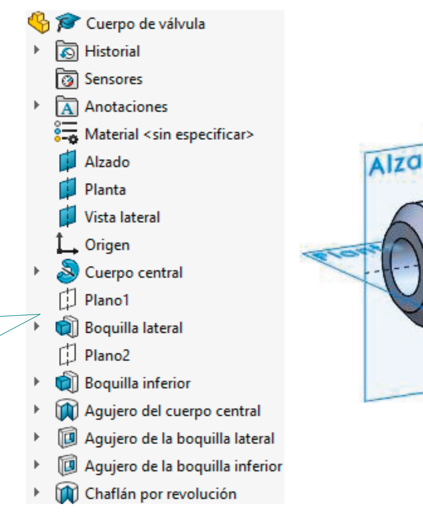
ISBN: 978-84-18432-81-1

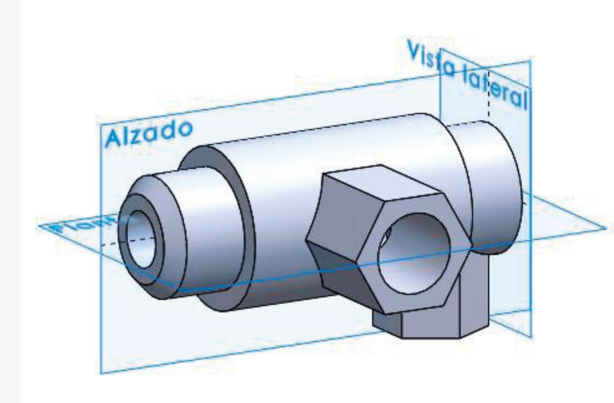
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Edición
Conclusiones

Se obtiene el modelo pedido:

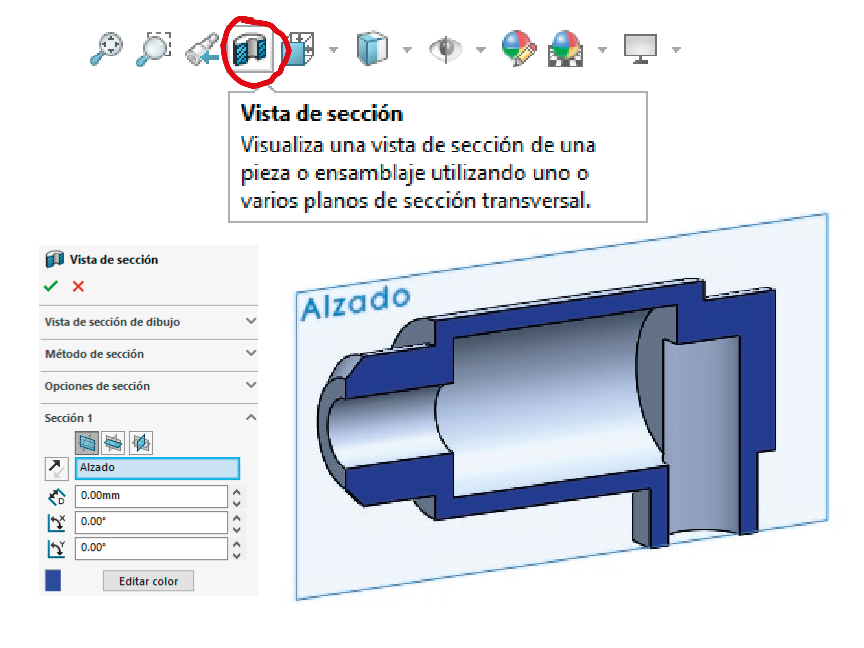
¡Se comprueba que se han usado los planos del sistema de referencia, y otros dos planos datums específicos!





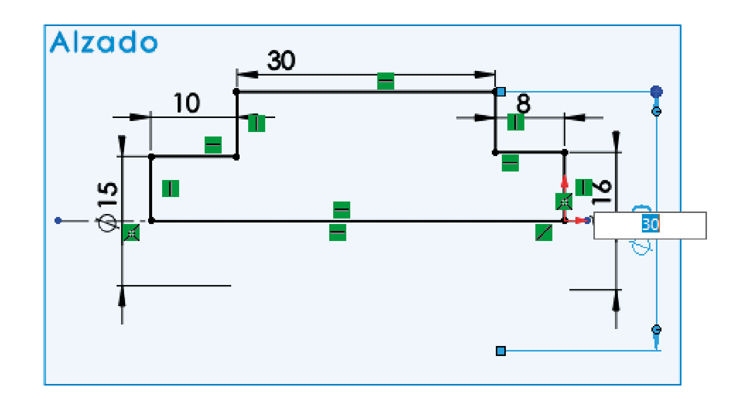
Compruebe el interior:

- Active la *Vista de sección*
- Seleccione el plano de corte



Compruebe que puede modificar fácilmente el diámetro del cuerpo central:

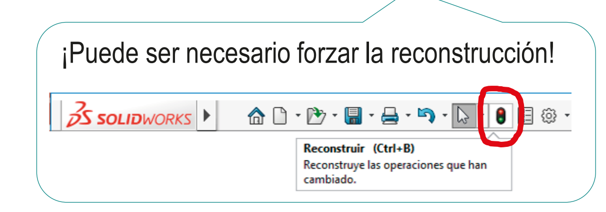
√ Edite el perfil que contiene la cota

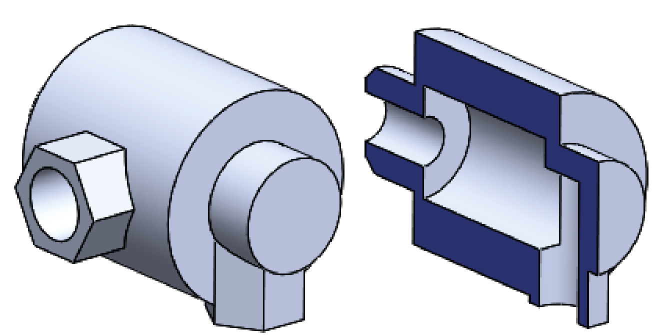


√ Modifique la cota de diámetro 20

√ Compruebe que el modelo se regenera correctamente

¡Puede ser necesario forzar la reconstrucción!



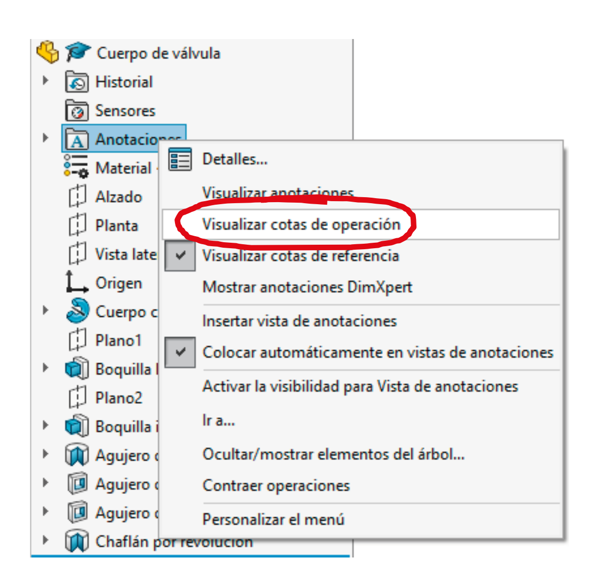


ISBN: 978-84-18432-81-1

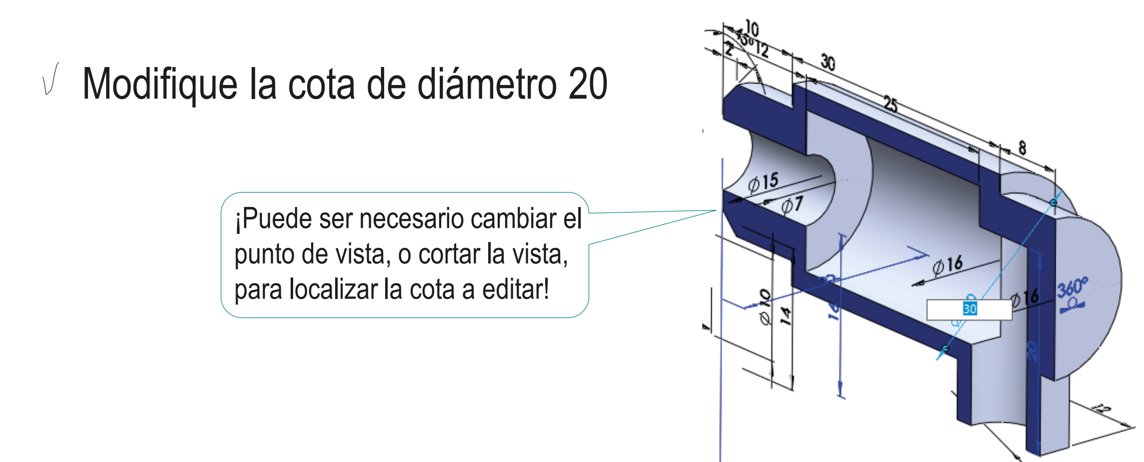
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Alternativamente:

√ Active la *Visualización de cotas de operación*



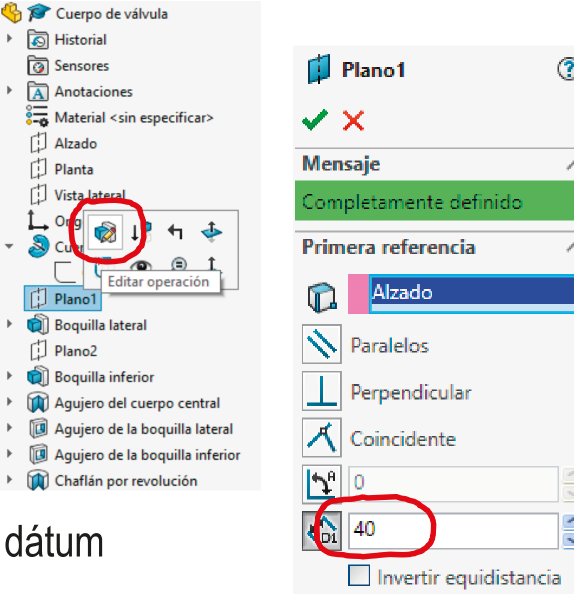
√ Modifique la cota de diámetro 20



Para modificar las longitudes de los tubos:

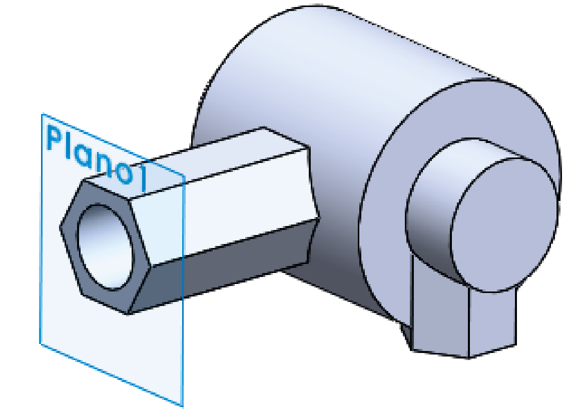
- Seleccione el plano datum del tubo en el árbol del modelo

- Seleccione el comando *Editar operación*



- Modifique la distancia del dátum al plano de referencia

- Compruebe que el modelo se regenera correctamente



Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Hay que analizar los objetos antes de modelarlos

2 Hay que secuenciar bien las operaciones de modelado

En general, es mejor definir las partes macizas primero y los agujeros después

3 Hay que elegir bien los planos de referencia (datums)

Las vistas locales suelen ser una pista de dónde se necesitan planos de referencia

4 Las curvas complejas de las intersecciones las debe calcular la aplicación, como resultado de intersecciones entre modelos más simples definidos por el usuario

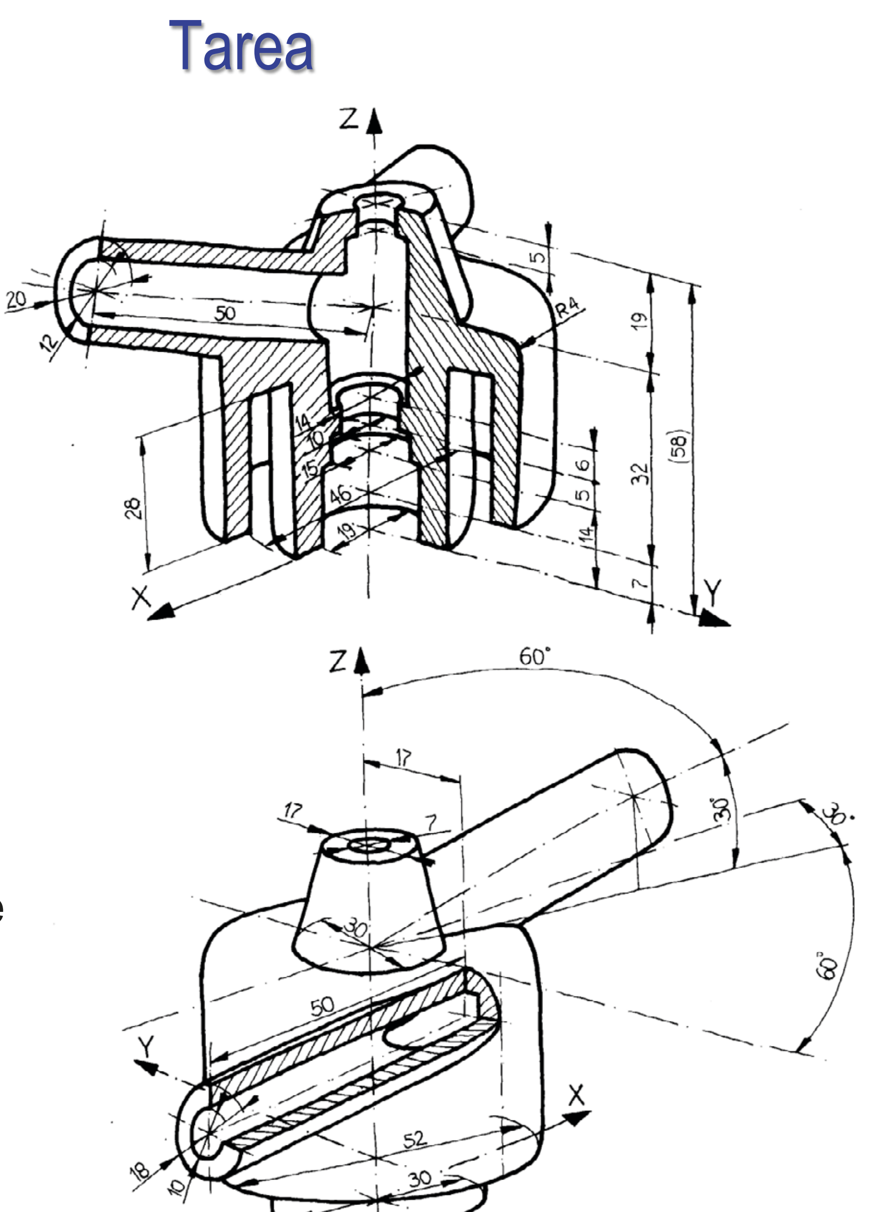
Hay que definir las intersecciones complejas a partir de operaciones simples

Extruir desde fuera hasta la intersección, es mejor que extruir desde la intersección hacia fuera

Ejercicio 1.4.4. Conector cilíndrico

Tarea

La geometría de un conector cilíndrico queda completamente definida mediante las dos axonometrías dibujadas a mano alzada y acotadas de la figura



Obtenga el modelo sólido del conector, de forma que permita cambiar fácilmente la orientación del tubo inclinado

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Primero hay que obtener el dibujo de diseño de la pieza

El dibujo de detalle no necesita cotas, porque ya las tenemos en el enunciado, pero nos permite detectar algunas dificultades:

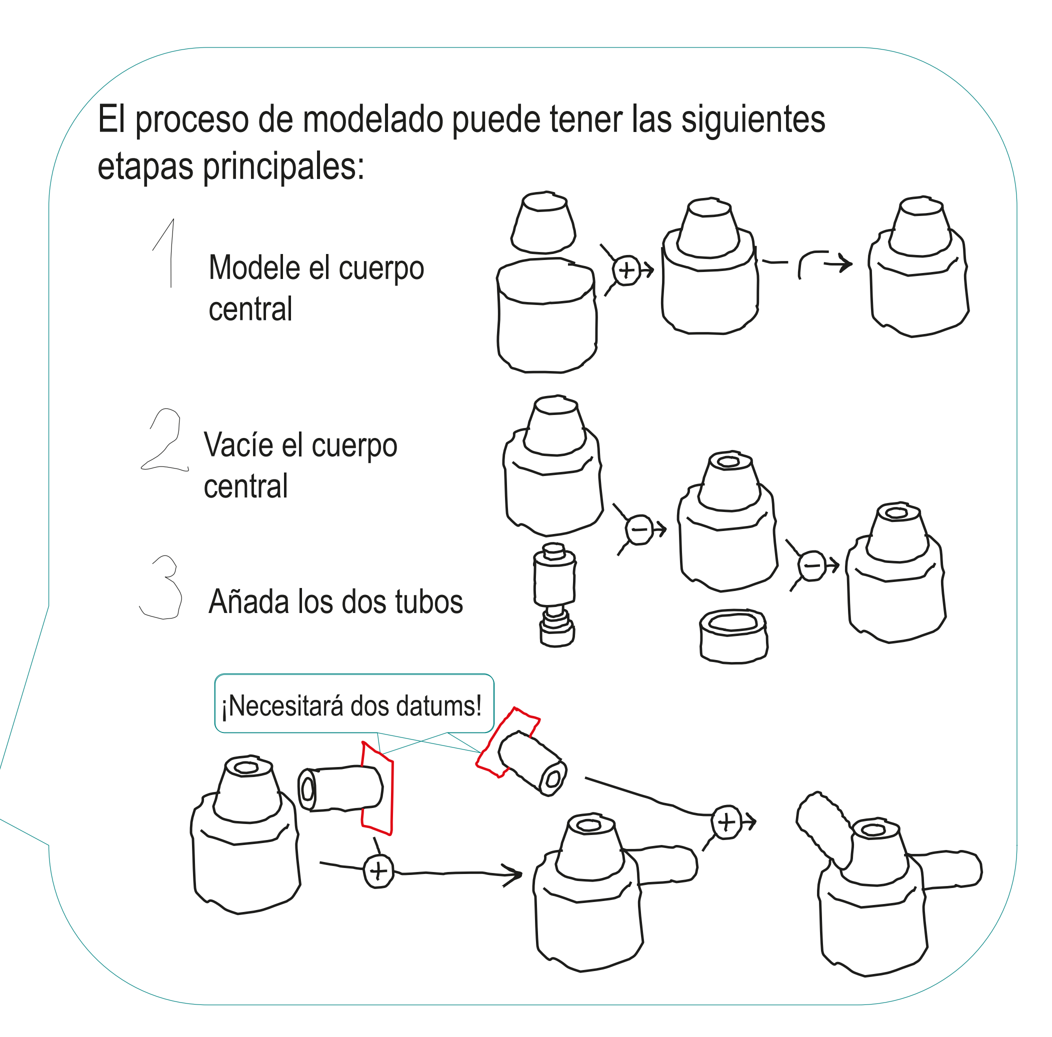
Sirve para comprobar que hay partes oblicuas

Sirve para comprobar que hay intersecciones complejas

2 Luego hay que elaborar un procedimiento de modelado

1 Primero hay que obtener el dibujo de diseño de la pieza

2 Luego hay que elaborar un procedimiento de modelado



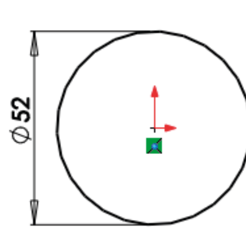
ISBN: 978-84-18432-81-1

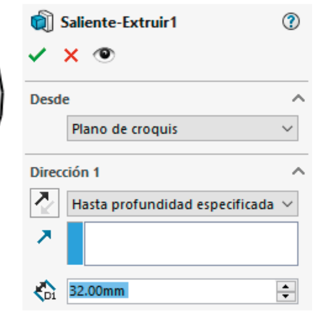
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

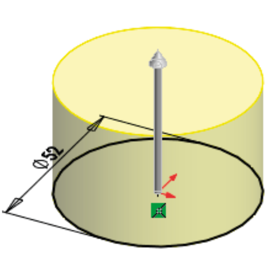
Ejecución

El proceso para modelar el cuerpo central es:

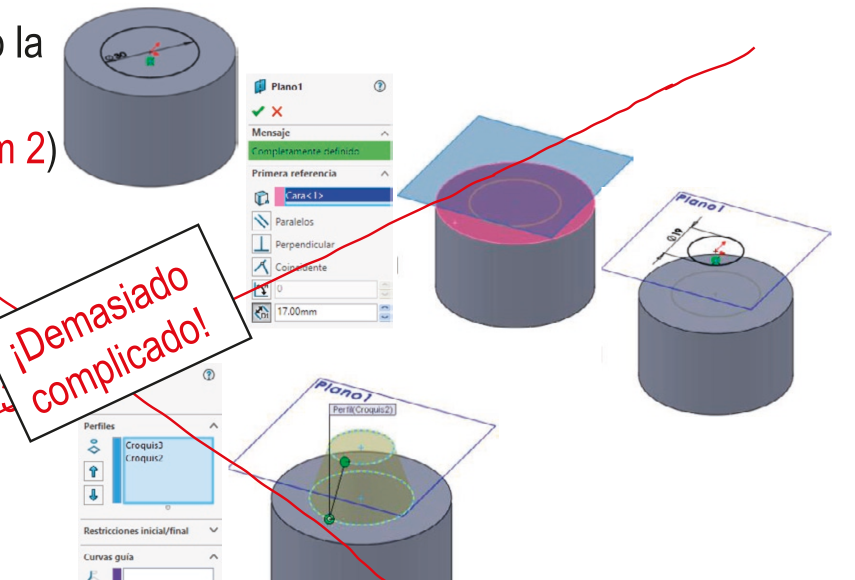
- √ Defina la planta como plano de trabajo (Datum 1)
- √ Dibuje y restrinja el perfil
- √ Extruya







- √ Utilice como plano de trabajo la cara superior del cilindro obtenido previamente (Datum 2)
- √ Dibuje y restrinja la base mayor de la parte cónica
- √ Defina un plano de referenc para la base inferior (Datum
- √ Dibuje y restrinja la base menor de la parte cónica
- √ Haga un recubrimiento



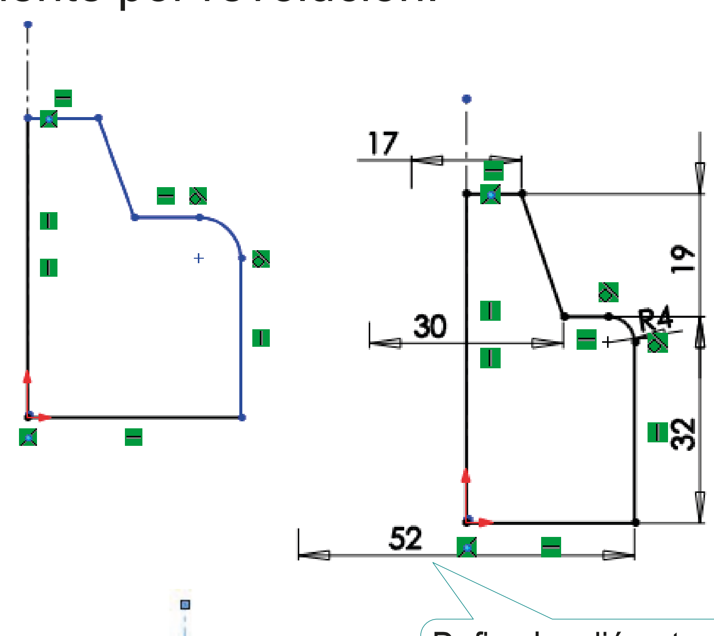
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

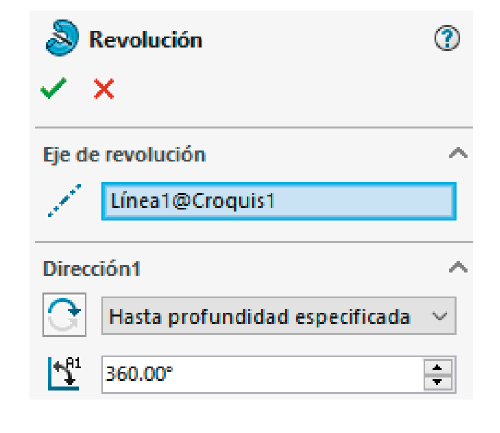
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

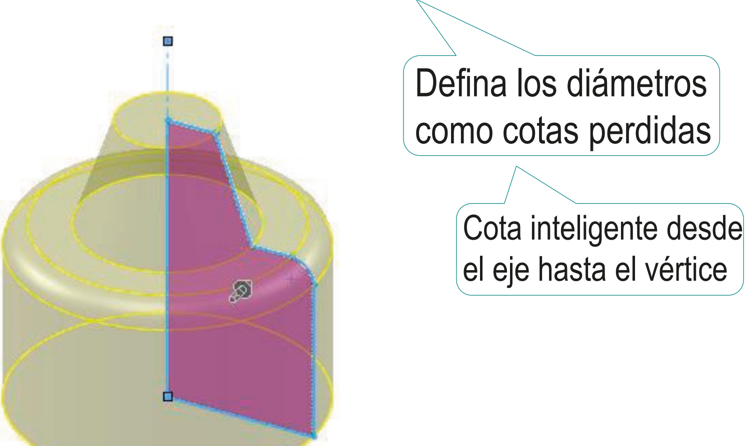
Se puede construir más fácilmente por revolución:

- Defina el alzado como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje y restrinja el perfil



- Extruya por revolución





Defina los diámetros como cotas perdidas

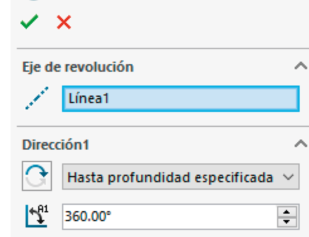
Cota inteligente desde el eje hasta el vértice

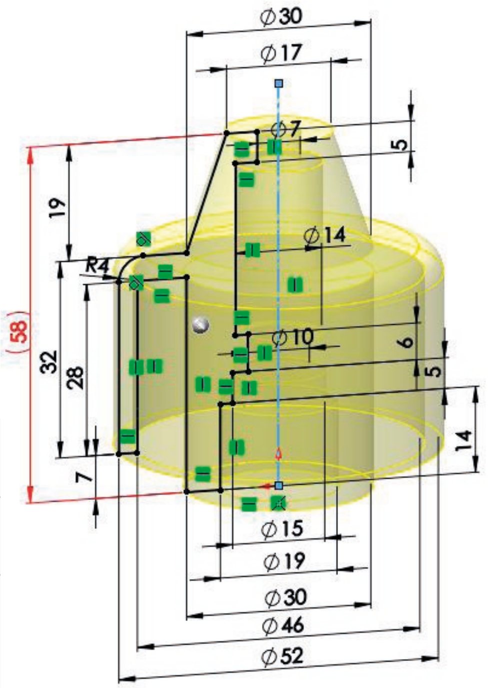
El proceso para vaciar el cuerpo central es:

- Defina la planta como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje y restrinja el perfil
- Extruya
- Defina la planta como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje y restrinja el perfil
- Extruya
- Repita el procedimiento para cada tramo cilíndrico del agujero central

Alternativamente, todo el cuerpo central se puede construir por una única revolución:

- Defina el alzado como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje y restrinja el perfil
- Extruya por revolución





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga el datum del tubo horizontal (datum 2):

√ Seleccione *Plano de referencia*

√ Seleccione el plano lateral como primera referencia

√ Indique la distancia de 50mm

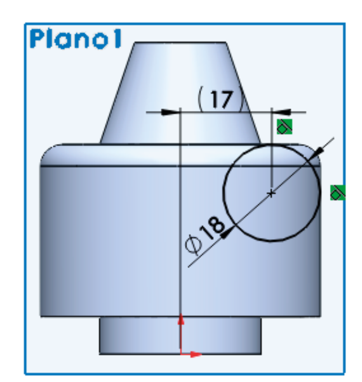
Si hace falta, modifique el sentido

ISBN: 978-84-18432-81-1

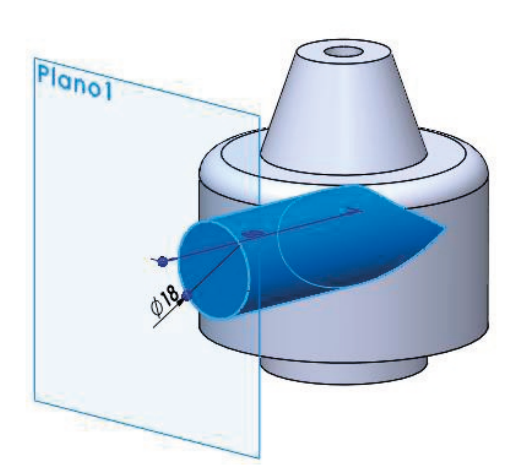
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga el tubo horizontal:

√ Defina el datum 2 como plano de trabajo

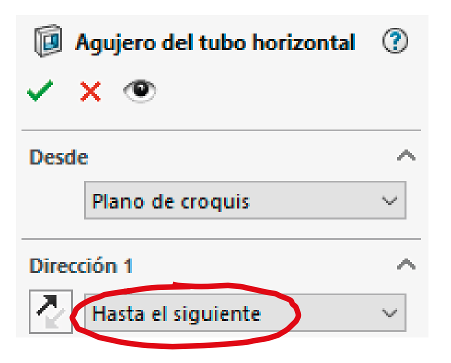


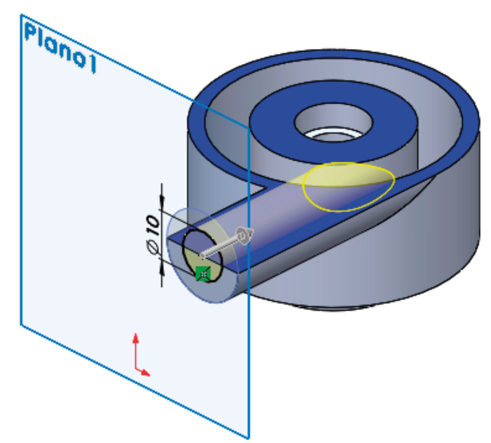
√ Dibuje y restrinja el perfil

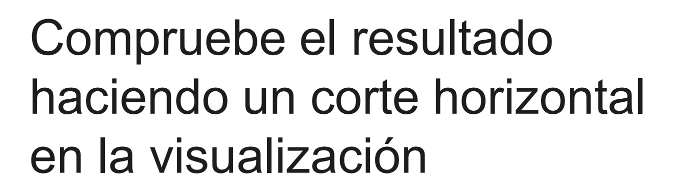


√ Extruya *Hasta el siguiente*

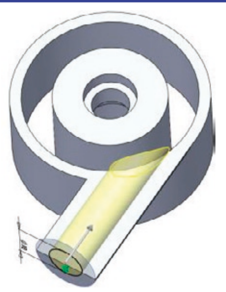
√ Añada el agujero por el mismo procedimiento







Compruebe el resultado haciendo un corte horizontal en la visualización



√ Seleccione la planta

√ Seleccione *Vista de sección*



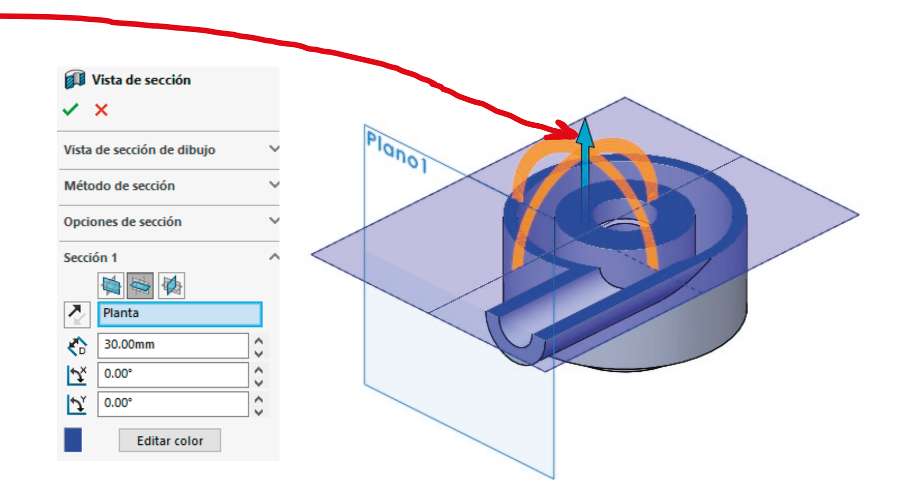
Vista de sección
Visualiza una vista de sección de una pieza o ensamblaje utilizando uno o varios planos de sección transversal.

√ "Arrastre" la flecha hasta la altura deseada

√ Ponga el cursor sobre la flecha

√ Mantenga pulsado el botón izquierdo

√ Mueva el ratón



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

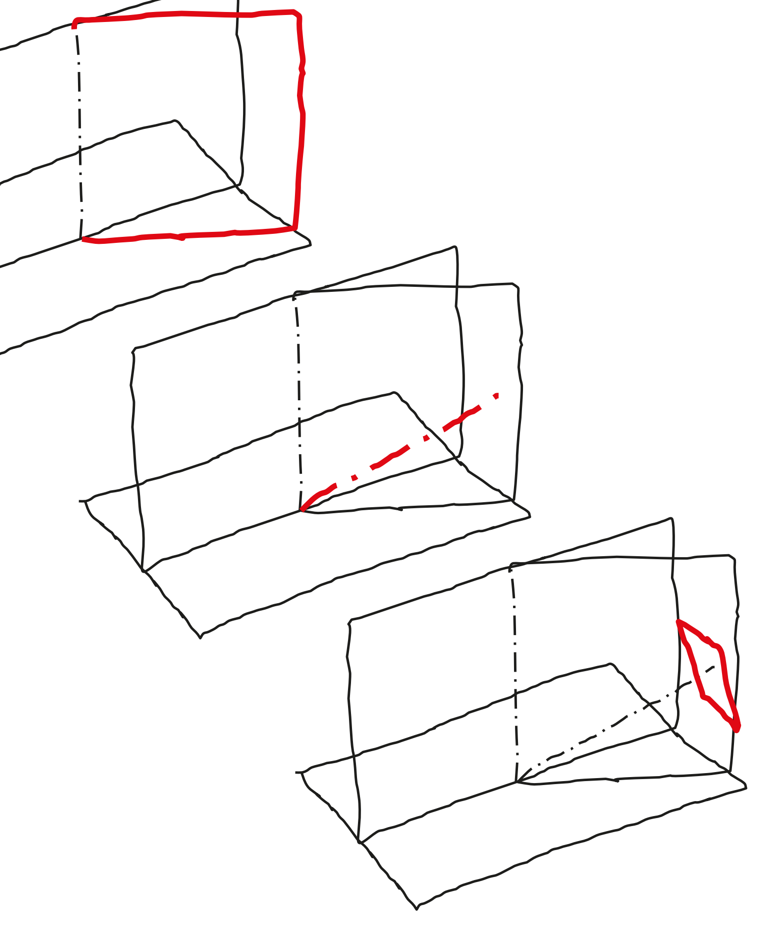
Ejecución

El proceso para obtener el datum del tubo inclinado (datum 3) es:

1 Obtenga un plano vertical, girado 30 ° respecto al alzado (Datum 3-1)

2 Obtenga un eje inclinado 30° en dicho plano vertical (Datum 3-2)

3 Obtenga un plano perpendicular al eje anterior (Datum 3)



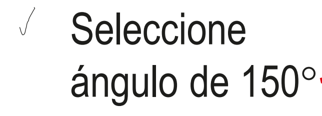
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

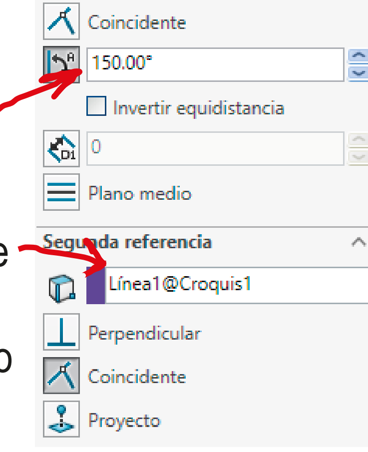
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 El proceso para obtener el plano inclinado (datum 3-1) es:

- Seleccione *Plano de referencia*
- Seleccione el alzado como primera referencia
- Seleccione ángulo de 150°



- Seleccione el eje de revolución del cuerpo central como segunda referencia

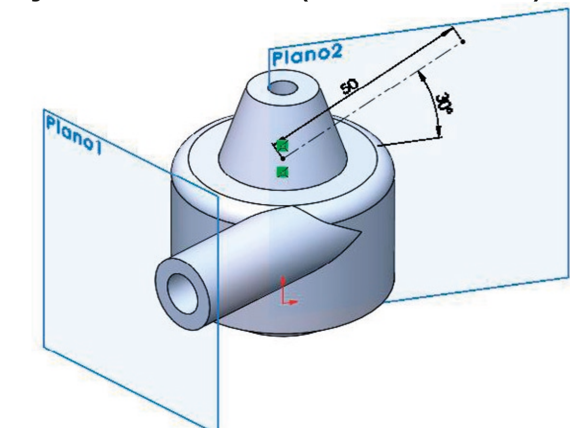


Previamente, deberá hacer visible el croquis usado para obtener el cuerpo central

2 El proceso para obtener el eje inclinado (datum 3-2) es:

√ Utilice el datum 3-1 como plano de croquis

√ Dibuje un eje inclinado 30° y de 50 mm de longitud, (es el Datum 3-2)

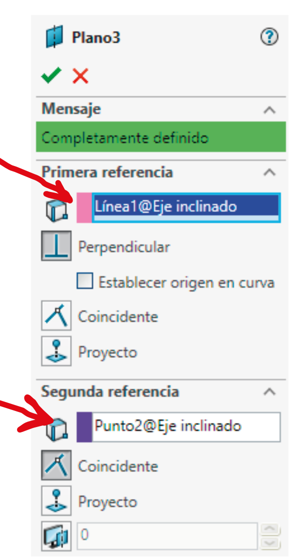


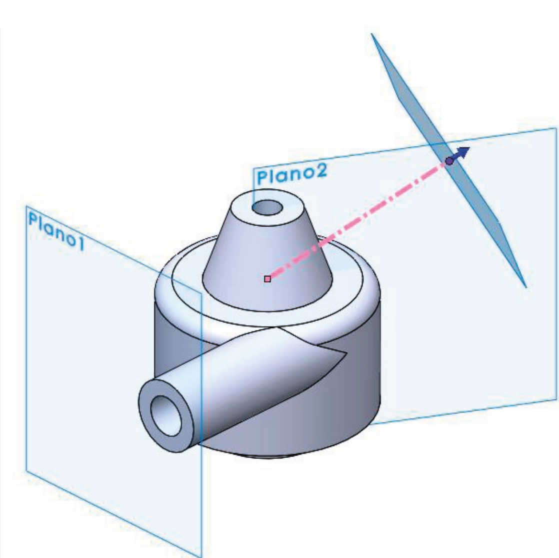
3 El proceso para obtener datum 3 es:

√ Utilice el datum 3-2 para situar un plano de referencia perpendicular

√ Marque como segunda referencia el vértice del datum 3-2

¡El plano resultante es el Datum 3 buscado!



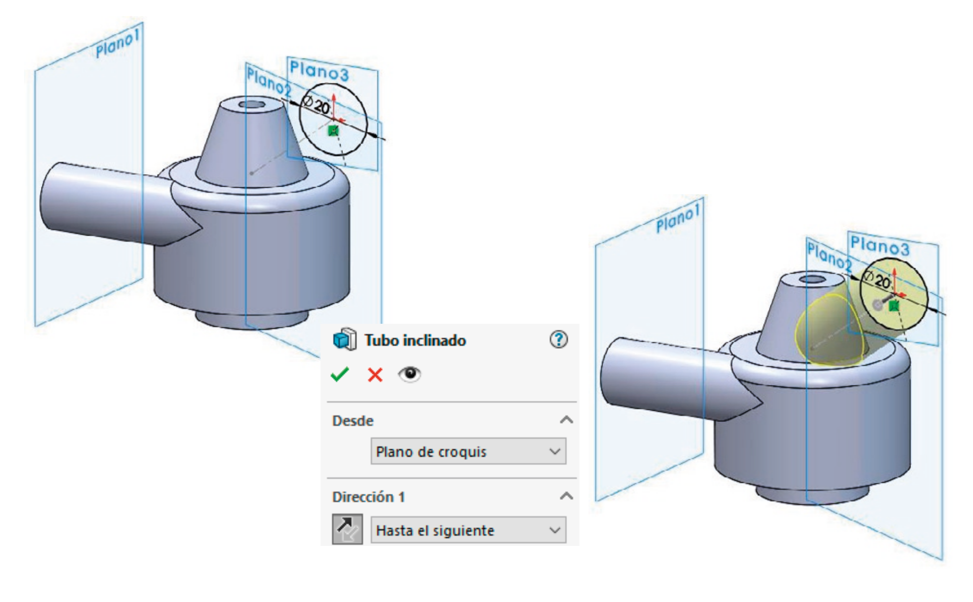


ISBN: 978-84-18432-81-1

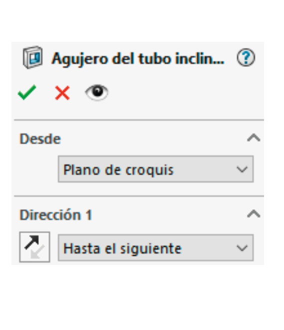
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

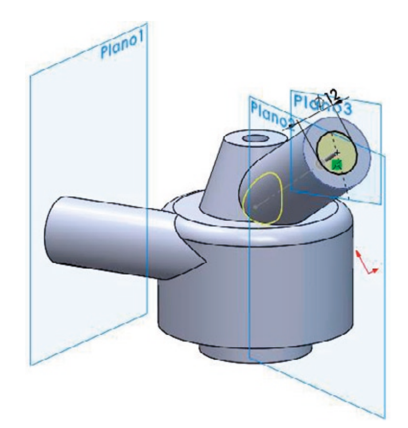
El proceso para obtener el tubo inclinado es:

- Defina el datum 3 como plano de trabajo
- Dibuje y restrinja el perfil
- Extruya

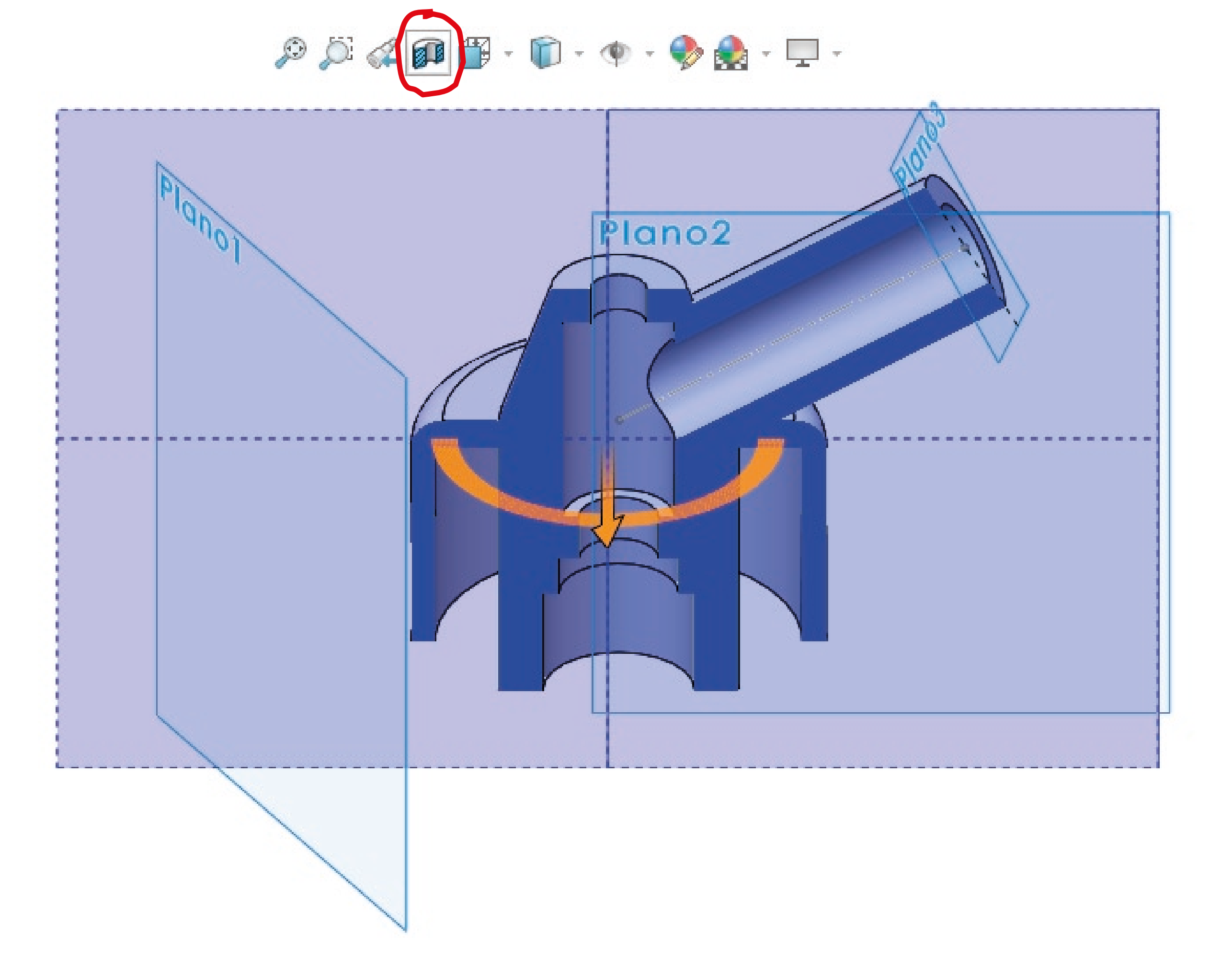


- Añada el agujero por el mismo procedimiento



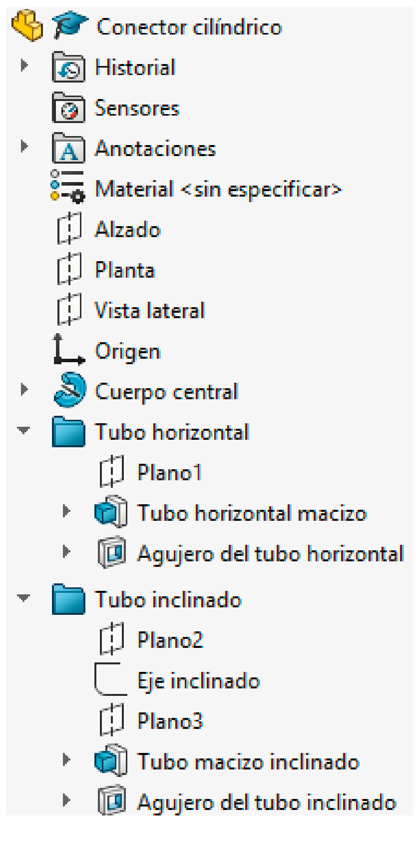


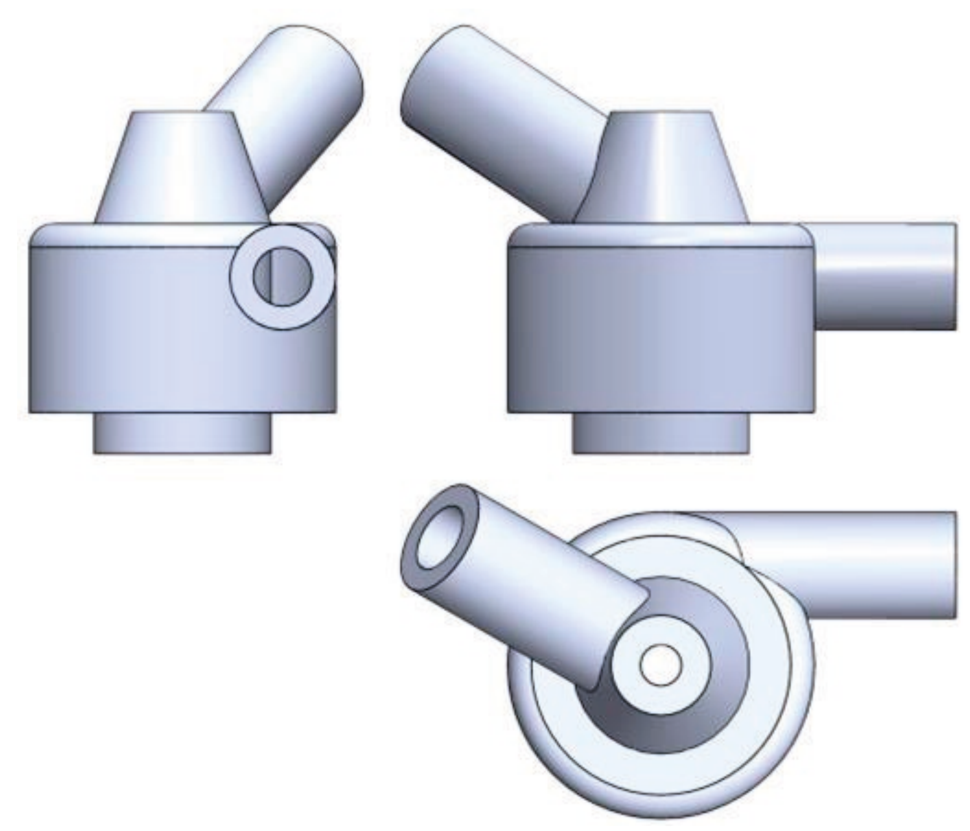
Una vista cortada por el plano 2 (Datum 3-1) permite comprobar que el modelo del tubo es correcto:



Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

El modelo resultante es:



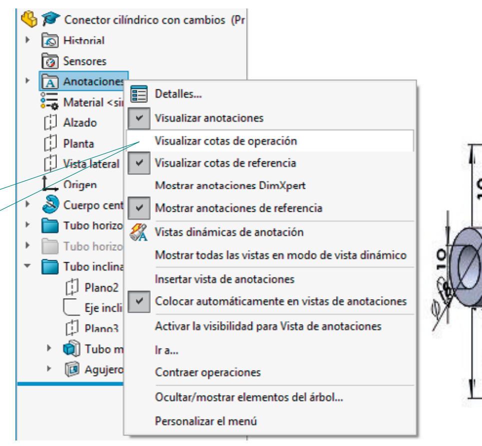


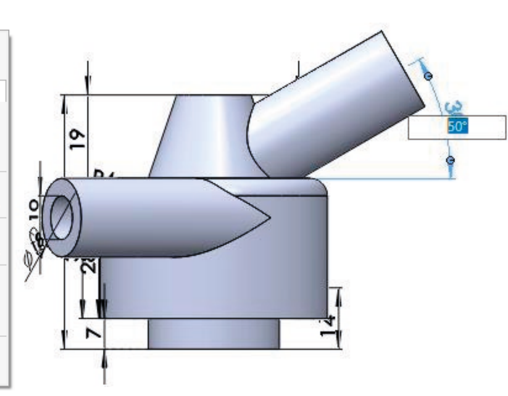
Compruebe que se puede cambiar el ángulo vertical del tubo inclinado:

√ Edite el croquis dibujado en el datum 3-1 (Plano 2)

√ Cambie el ángulo de 30° a 50°

Alternativamente, *Visualice cotas de operación*, y edite la cota del ángulo del tubo

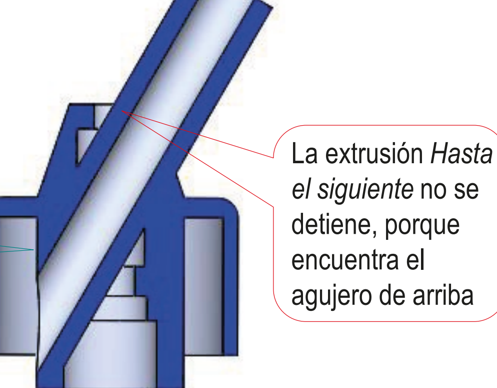






¡Observe que una inclinación mayor daría lugar a una geometría diferente:

La extrusión *Hasta el siguiente* atravesaría el hueco central



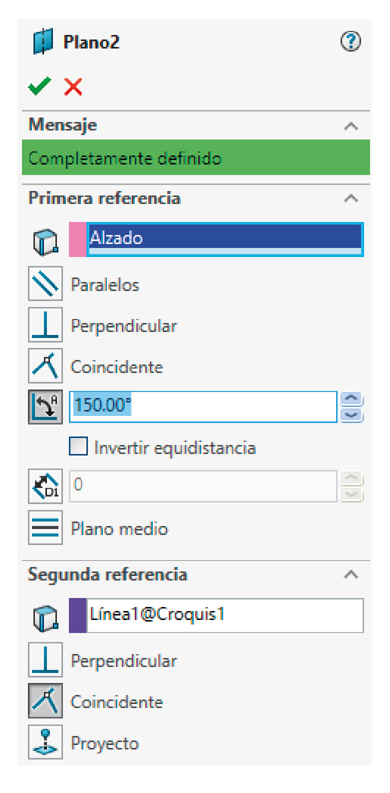
La extrusión *Hasta el siguiente* no se detiene, porque encuentra el agujero de arriba

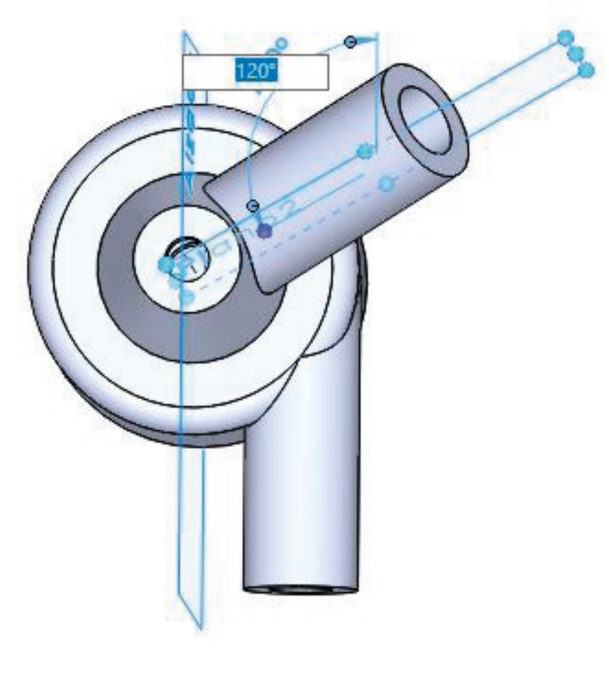
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Compruebe que se puede cambiar el ángulo horizontal del tubo inclinado:

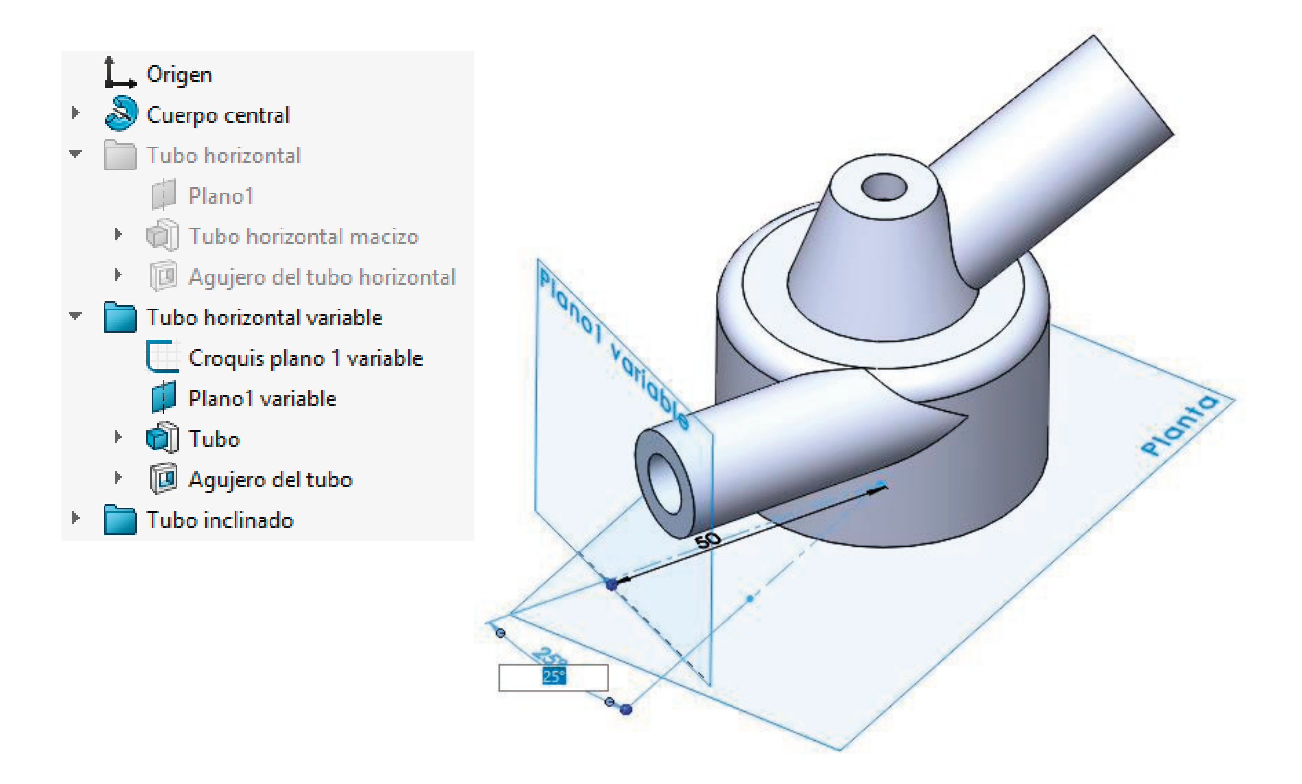
- √ Edite el Plano 2
- √ Cambie el ángulo respecto al plano de referencia, de 150° a 120°





Ejecución

Observe que para poder cambiar la orientación del tubo horizontal, debería usar un croquis auxiliar para definir el plano datum que lo controla (Plano1):

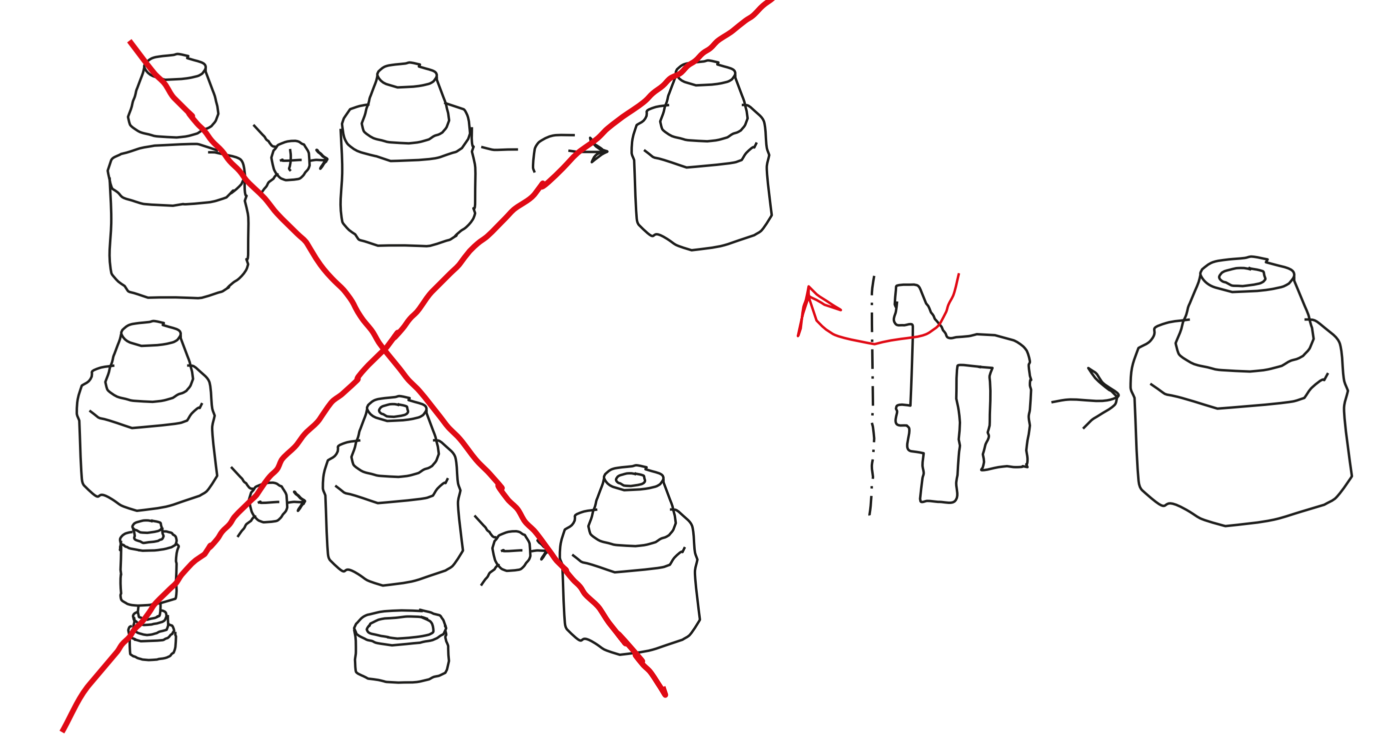


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

El ejemplo muestra:

1 Lo importante que es definir bien el esquema de modelado



2 Lo simple que es obtener piezas complejas de revolución

Por tanto, no hay que fragmentar el modelo en partes más sencillas de lo necesario

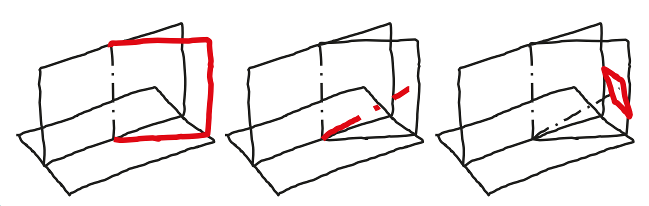
Conclusiones

3 Cómo se deben utilizar los datums para extruir “desde fuera”, evitando así calcular intersecciones complejas

4 Cómo hay que revisar los modelos para buscar inconsistencias en 3D que pasan desapercibidas en 2D

5 Cómo se deben utilizar cadenas de datums para construir elementos oblicuos

El ejemplo muestra que los datums se deben definir “por pasos”, haciendo un cambio simple en cada paso

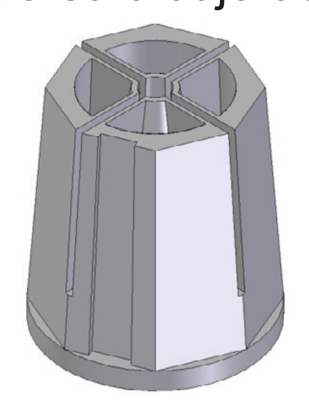


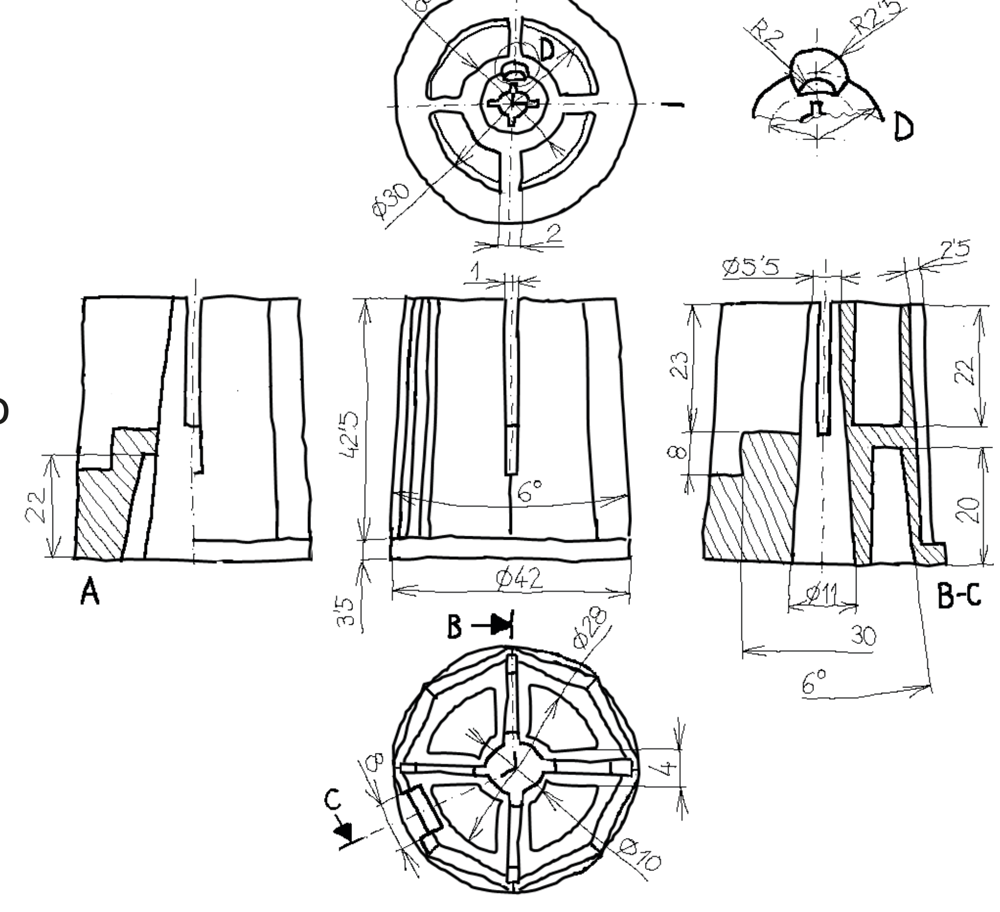
Ejercicio 1.4.5. Contera de persiana

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La figura de la izquierda muestra una axonometría de una contera del tambor de una persiana enrollable, y la figura de la derecha muestra su dibujo de diseño





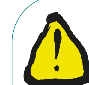
A Describa el proceso de modelado más apropiado para obtener un modelo sólido de la contera

B Obtenga el modelo sólido de la pieza

Estrategia

1 Describa la pieza, intentando descomponerla en partes principales y complementarias

2 Defina los croquis necesarios para las operaciones principales

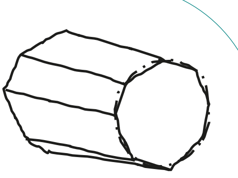


La pieza tiene operaciones de barrido de sección variable que requiere construir varios croquis por adelantado

3 Ejecute las operaciones principales

4 Añada las operaciones complementarias

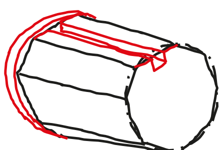
1 El núcleo de la pieza es un tronco de pirámide de base octogonal, con dos complementos:





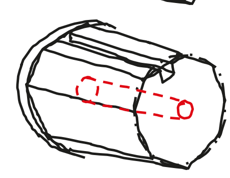
√ Una de sus caras tiene una ranura

√ Tiene una base cilíndrica

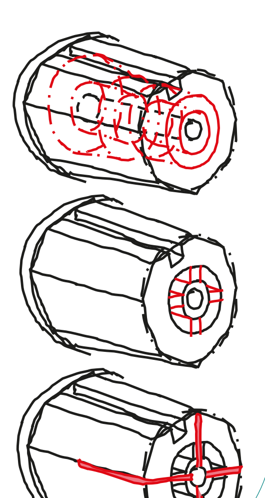


2 El centro del tronco de pirámide está vaciado con un agujero troncocónico

Complementado con un chavetero troncocónico



3 El tronco de pirámide tiene un vaciado troncocónico por la base mayor y otro cilíndrico por la base menor



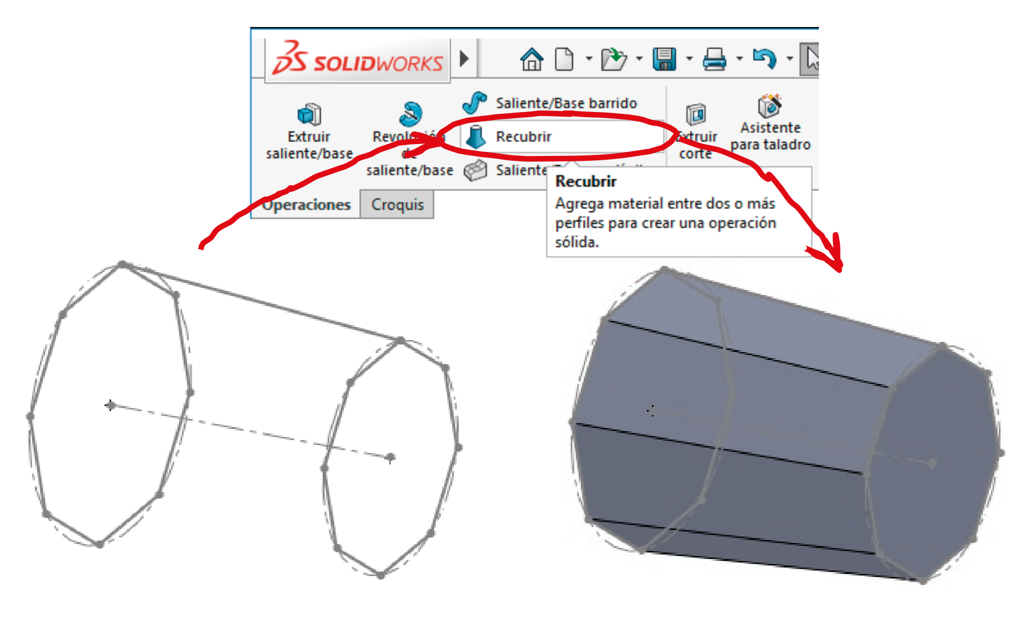
4 Ambos vaciados están reforzados con paredes delgadas (nervios) en disposición de cruz

5 El tronco de pirámide tiene cuatro ranuras en disposición de cruz

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

El tronco de pirámide octogonal del cuerpo principal se modela mediante un recubrimiento desde la base mayor hasta la base menor:



El proceso detallado tiene tres etapas:

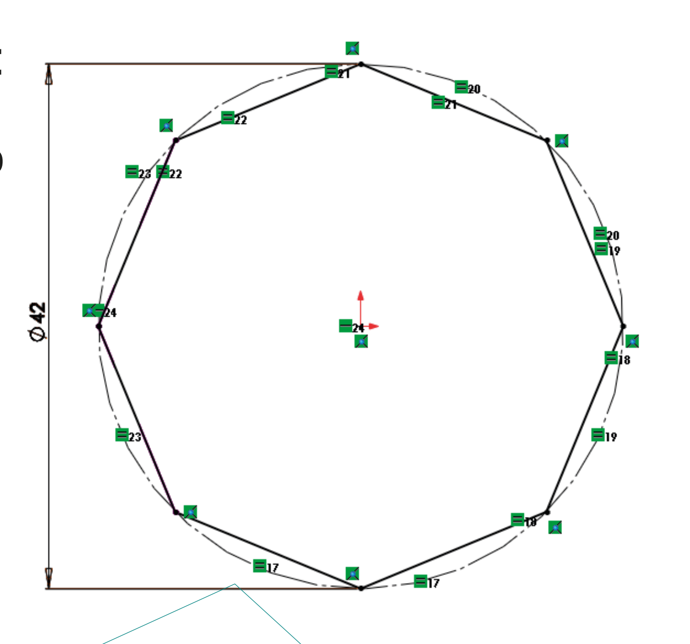
1 Defina la base mayor

2 Defina la trayectoria

3 Defina la base menor

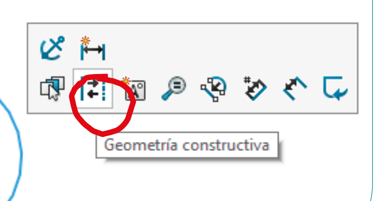
1 Para definir la base mayor:

- Defina el alzado como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje el octógono de la base mayor
- Añada las cotas y restricciones necesarias



Si no utiliza la herramienta para dibujar polígonos regulares, dibuje una circunferencia auxiliar para vincular los vértices del octógono y obtener un octógono regular

- Dibuje la circunferencia
- Seleccione la circunferencia
- Pulse el botón derecho del ratón, si no aparece el menú contextual
- Seleccione *Geometría constructiva*



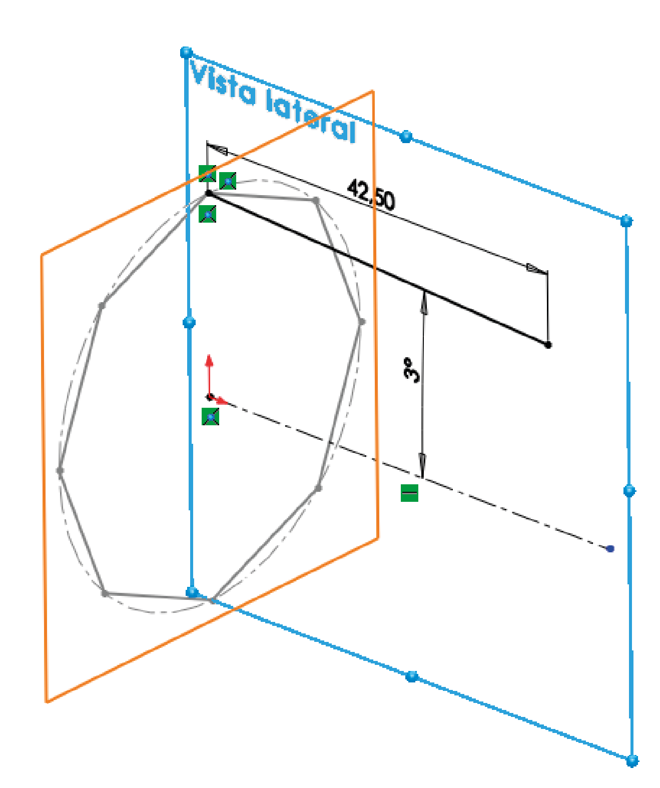
2 Defina un perfil auxiliar para poder situar la base menor:

√ Defina la vista lateral como plano de trabajo (Datum 2)

√ Dibuje una arista lateral del tronco de pirámide

√ Dibuje el eje de simetría

√ Añada las cotas y restricciones necesarias para definir la altura del tronco de cono y su inclinación

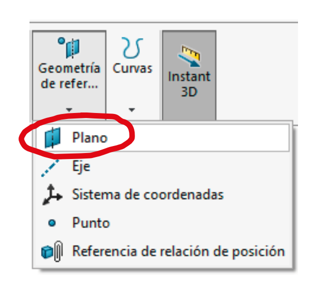




¡Al ser una trayectoria recta, no se necesita el perfil auxiliar para completar el recubrimiento, pero es útil para vincular los tamaños de ambas bases!

Defina un plano de referencia paralelo al alzado (Datum 3):

√ Seleccione *Plano* en *Geometría de referencia*

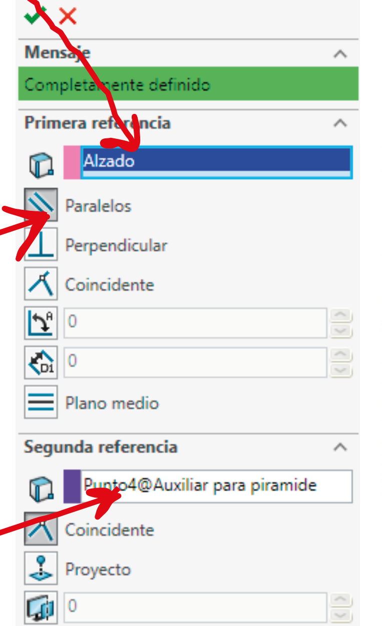


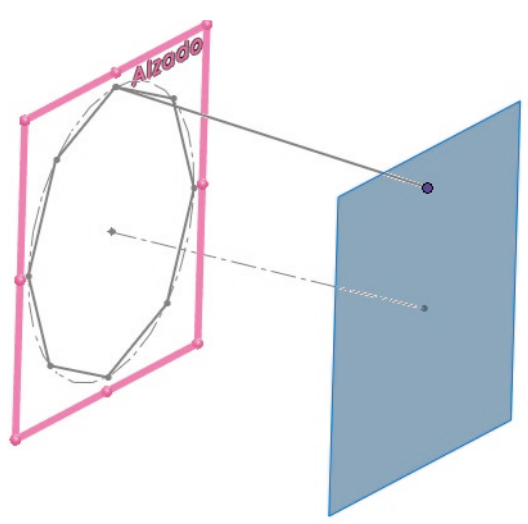
√ Seleccione el alzado como primera referencia

¡Tendrá que seleccionarlo desde el árbol del modelo!

√ Seleccione *Paralelos*

√ Seleccione el extremo de la arista lateral como segunda referencia





ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

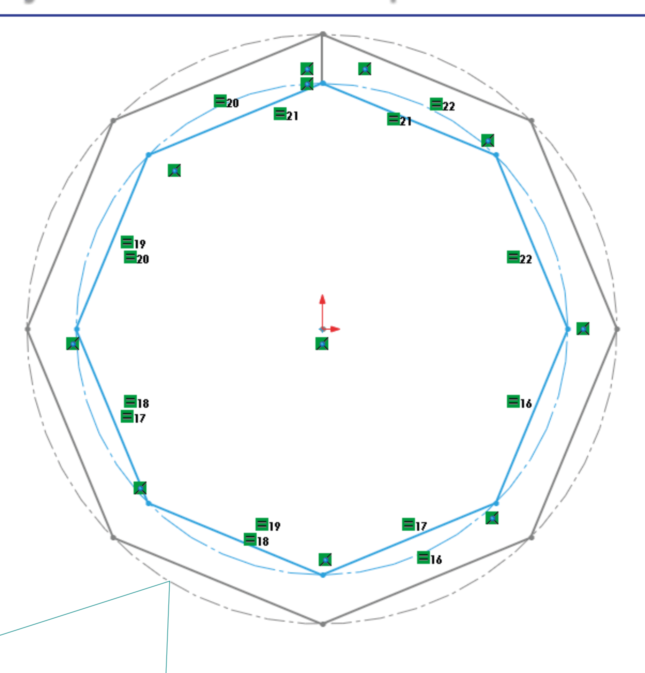
Ejecución: Cuerpo

3 Para definir la base menor:

√ Defina el Datum 3 como plano de trabajo

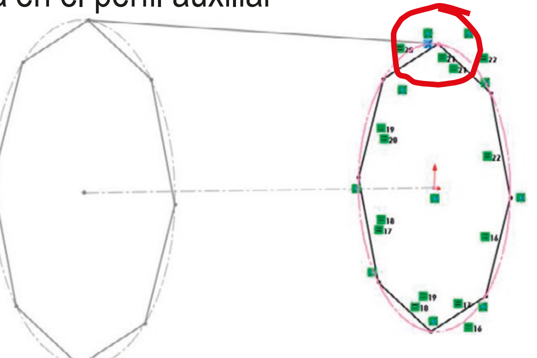
√ Dibuje el octógono de la base menor

√ Añada las cotas y restricciones necesarias



Defina indirectamente el diámetro de la circunferencia auxiliar vinculándola con la arista lateral generada en el perfil auxiliar

¡Para detectar la arista lateral quizá tenga que cambiar el punto de vista!



CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Aunque ya se puede recubrir, es mejor modificar los octógonos para incluir la ranura lateral

√ Edite la base mayor

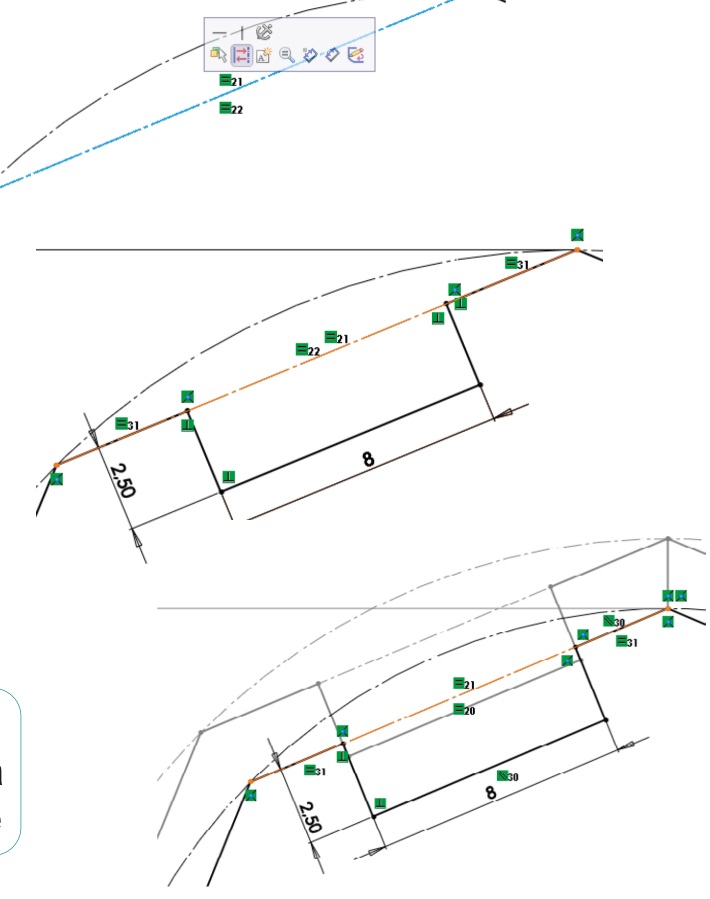
√ Cambie uno de los lados a línea constructiva

√ Añada el perfil de la ranura sobre la línea constructiva

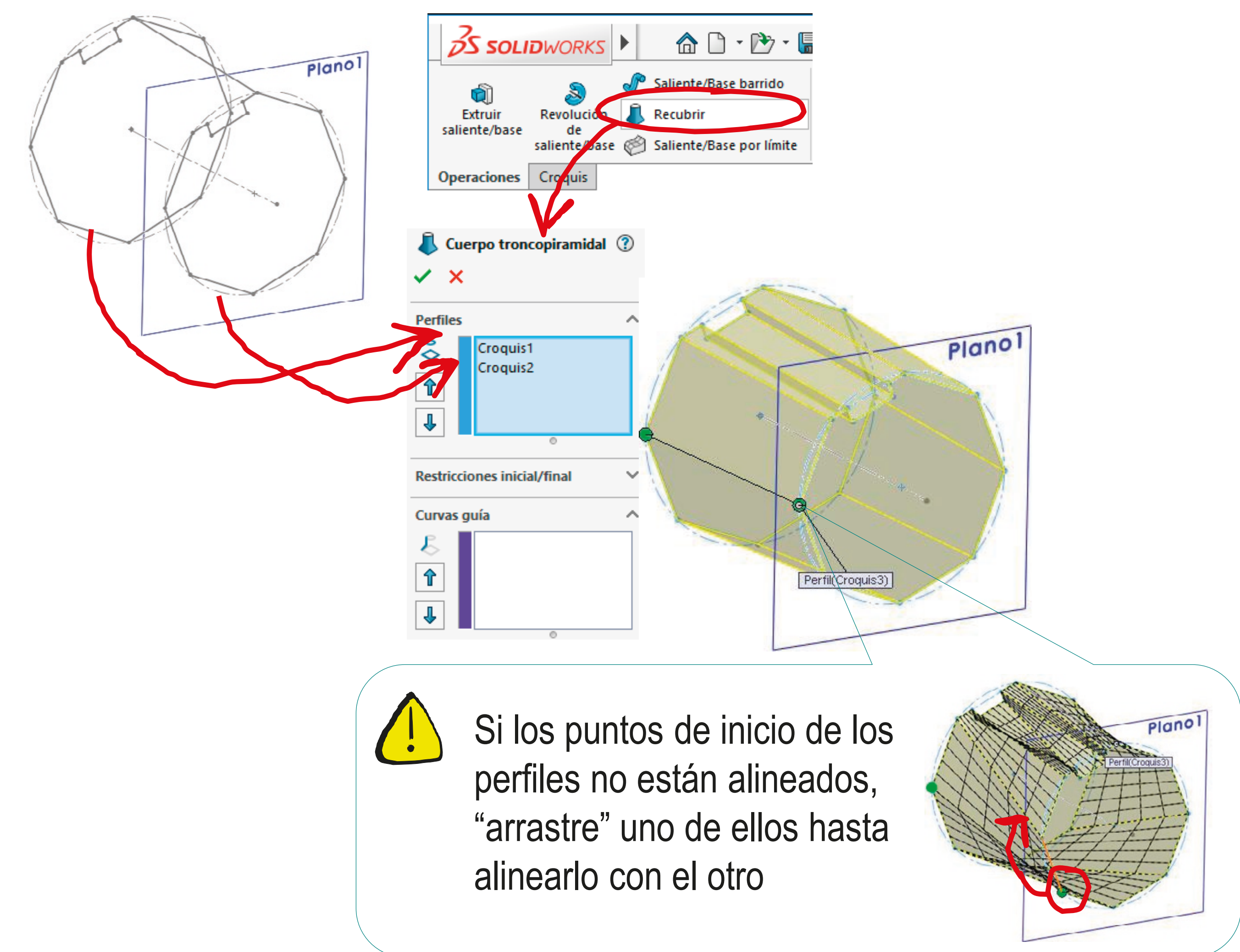
√ Añada las cotas y restricciones necesarias

√ Repita el procedimiento para la base menor

Asegúrese de que ambas modificaciones están en la misma cara de la pirámide



Recubra para obtener el cuerpo central



Si los puntos de inicio de los perfiles no están alineados, "arrastre" uno de ellos hasta alinearlo con el otro

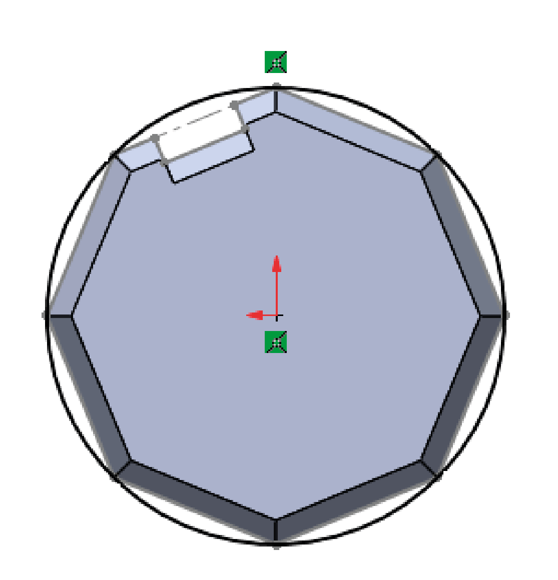
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

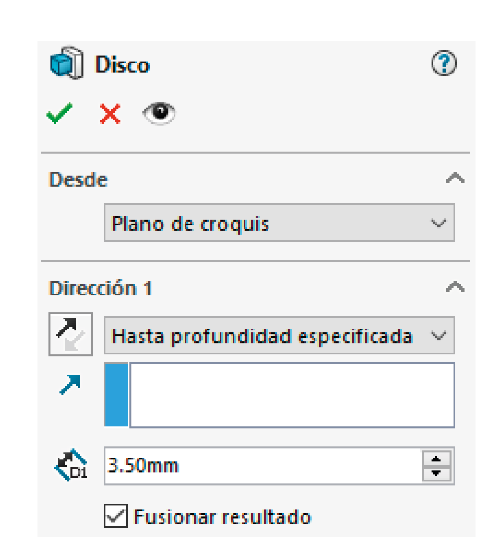
Complete el cuerpo principal añadiendo el disco de la base:

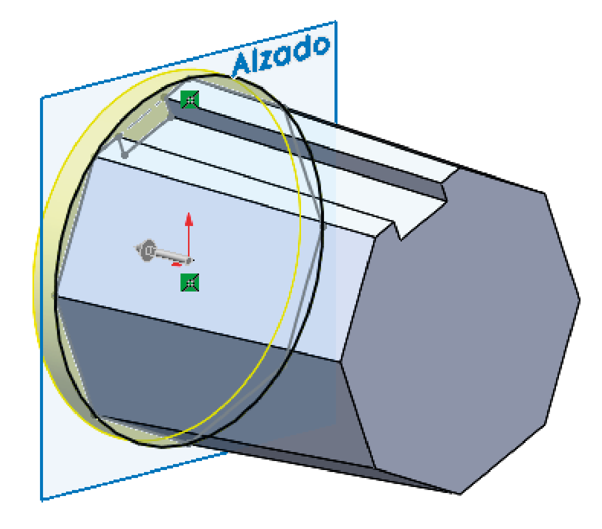
√ Defina el alzado como plano de trabajo (Datum 1)

√ Dibuje el círculo concéntrico con el octógono y circunscrito



√ Extruya



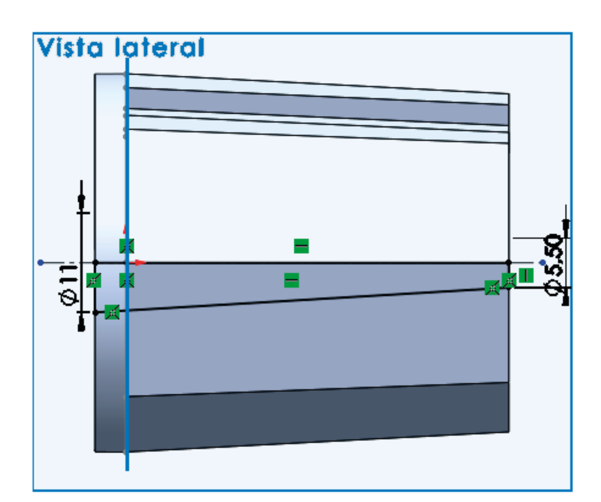


ISBN: 978-84-18432-81-1

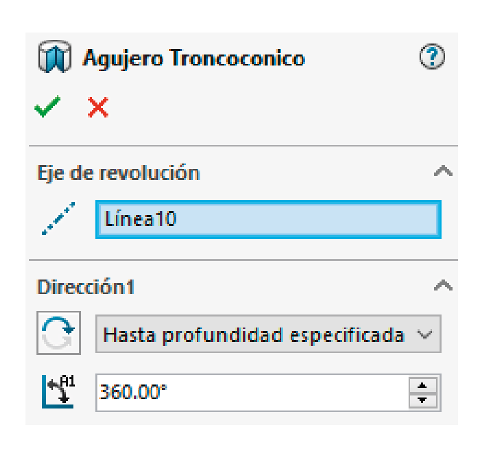
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

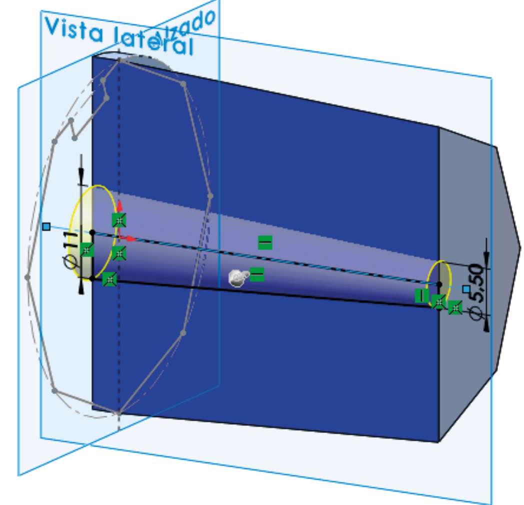
El vaciado troncocónico se genera por revolución:

- Defina el plano lateral como plano de trabajo (Datum 2)
- Dibuje y restrinja el perfil



- Haga un *Corte de revolución*





Ejecución: Agujero cónico

Añada el chavetero troncocónico mediante un corte recubierto:

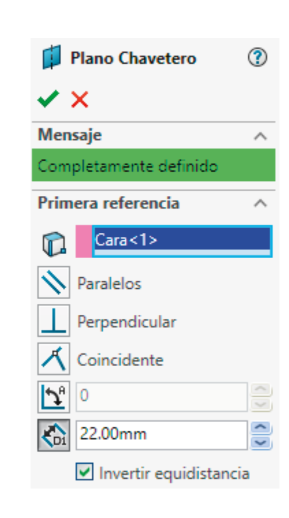
- Defina la cara externa del disco como plano de trabajo (Datum 4)
- Dibuje la base mayor en el Datum 4

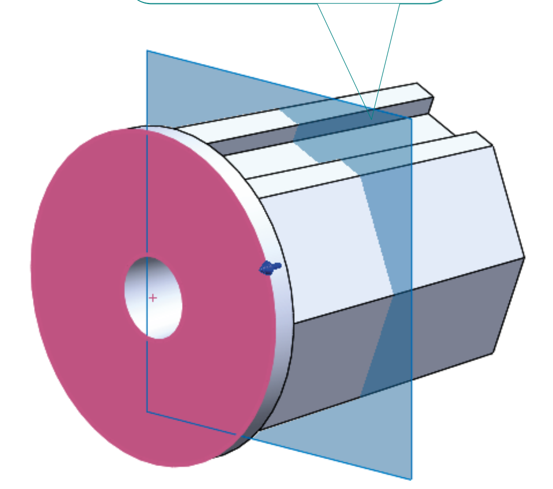
R2,50

El perfil del chavetero se vincula con el del agujero principal

Fíjese en la posición relativa entre el chavetero y la ranura

- Defina el Datum 5 como un plano paralelo al Datum 4 a una distancia de 22 mm





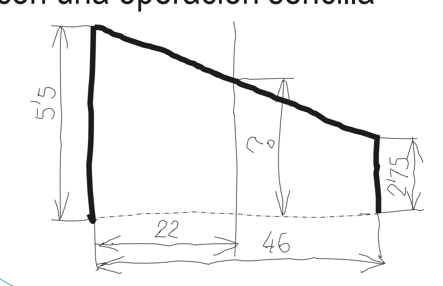
CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

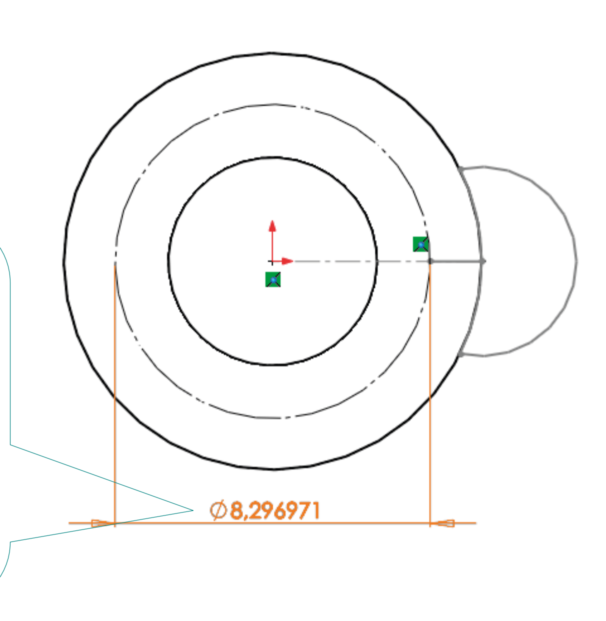
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Dibuje la base menor en el Datum 5

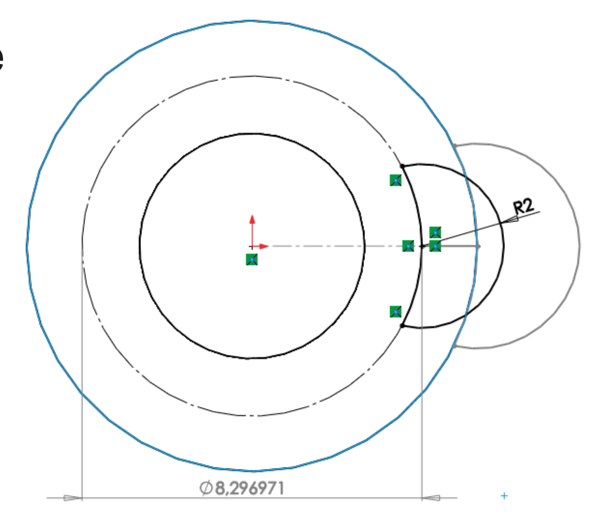
√ Dibuje la circunferencia de intersección entre el tronco de cono y el datum 5

El diámetro se puede calcular con una operación sencilla





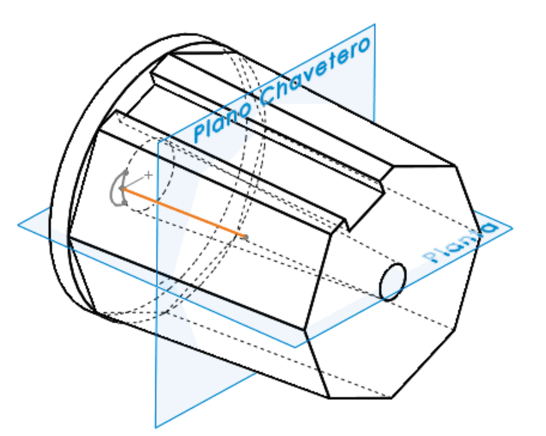
√ Dibuje el perfil de la base menor del chavetero

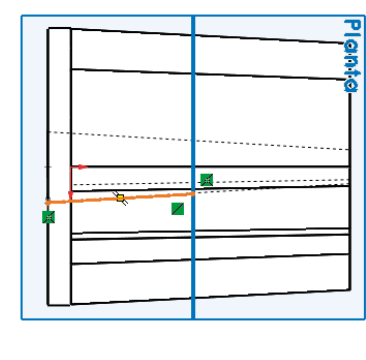




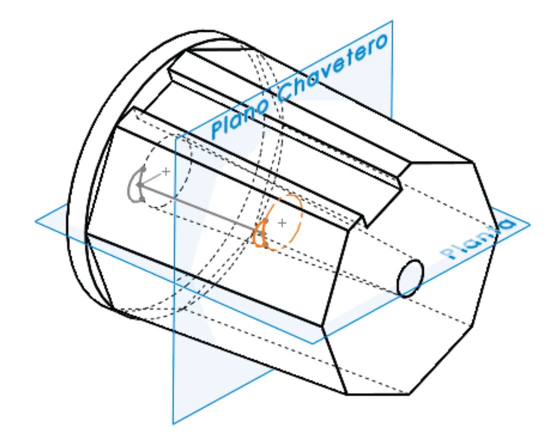
Puede obtener el diámetro preciso de la circunferencia de la sección del Datum 5 con el tronco de cono mediante construcciones geométricas:

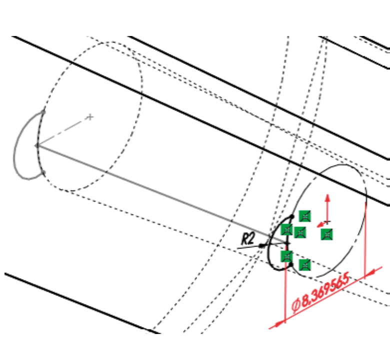
- Sobre la planta (Datum 6), dibuje una línea y restrínjala hasta convertirla en una generatriz del tronco de cono





- Dibuje una circunferencia en el plano del chavetero (datum 5) y restrínjala para que sea coincidente con el extremo de la generatriz





ISBN: 978-84-18432-81-1

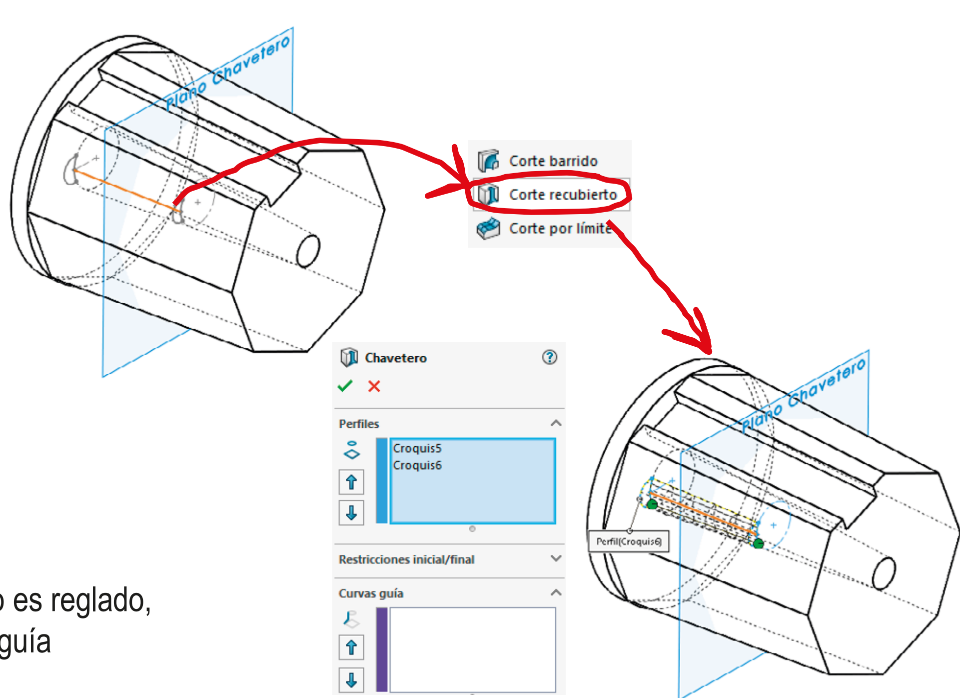
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Haga un *Corte recubierto*

√ Seleccione el comando *Corte recubierto*

√ Seleccione como perfiles los dos contornos de la chaveta dibujados en los Datums 4 y 5

√ Dado que el recubrimiento es reglado, no indique ninguna curva guía

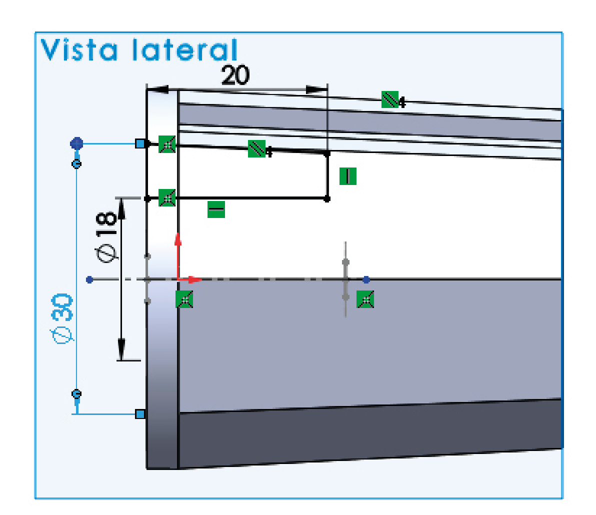


Ejecución: Vaciados

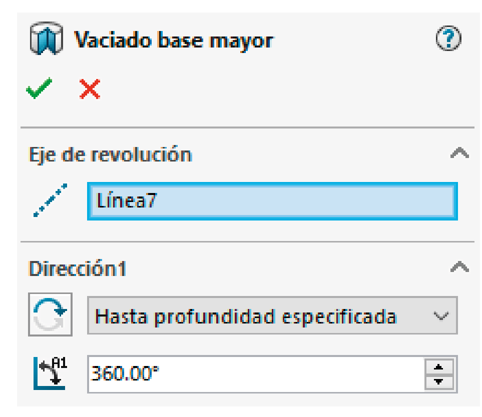
Obtenga el vaciado de la base mayor

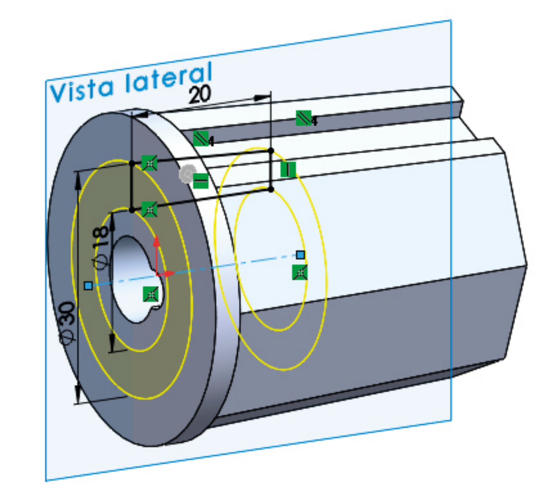
√ Defina el plano lateral como plano de trabajo (Datum 2)

√ Dibuje y restrinja el perfil



√ Haga un *Corte extruido*





ISBN: 978-84-18432-81-1

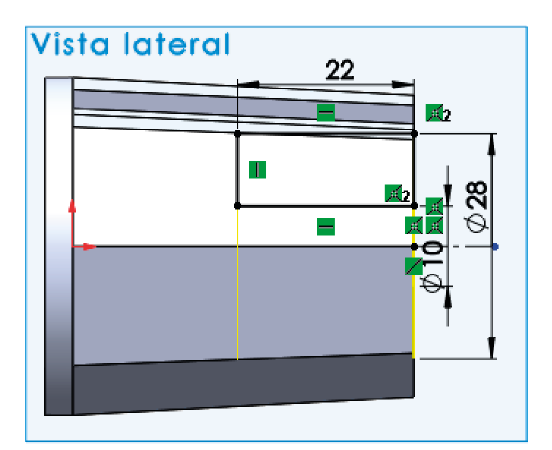
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Vaciados

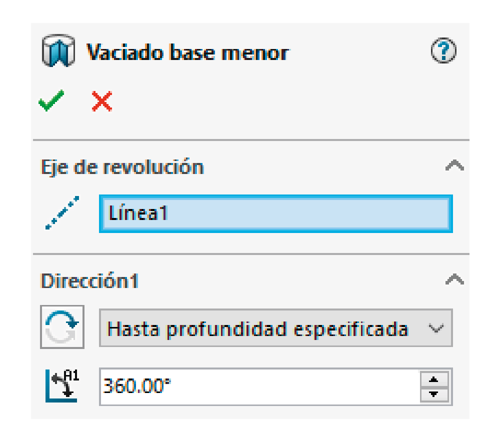
Obtenga el vaciado de la base menor

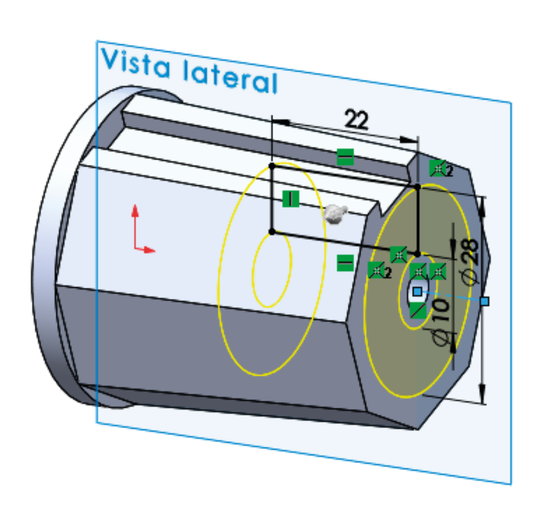
√ Defina el plano lateral como plano de trabajo (Datum 2)



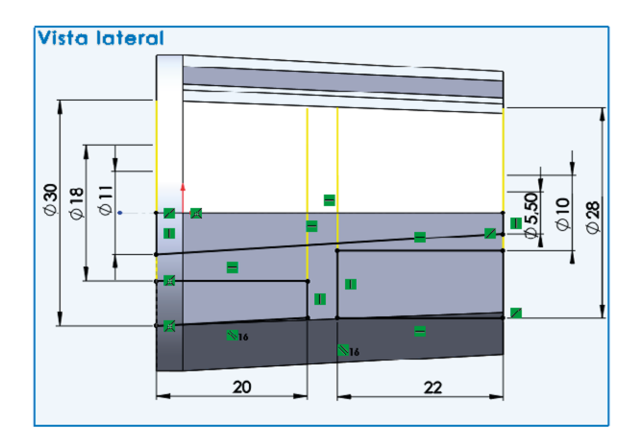
√ Dibuje y restrinja el perfil

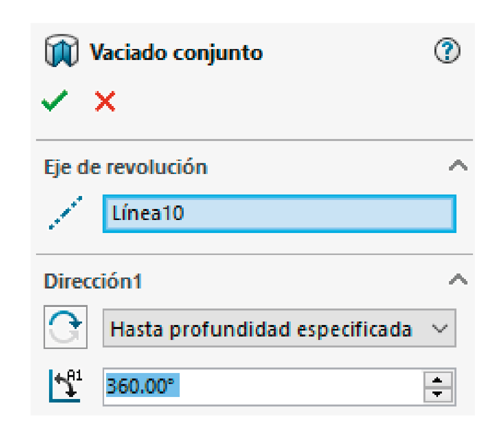
√ Haga un *Corte extruido*

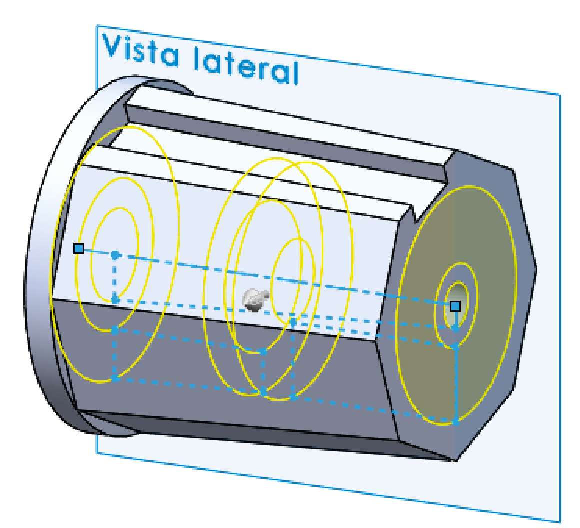




El agujero troncocónico junto con los dos vaciados, se pueden agrupar en una única operación:







ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

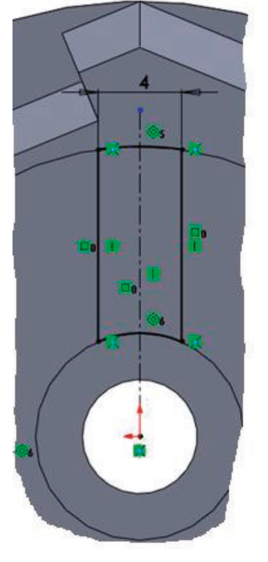
Ejecución: Vaciados

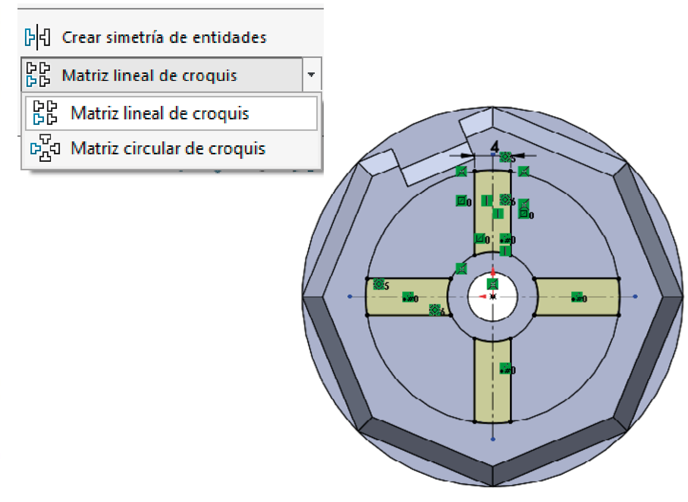
Añada los nervios del vaciado de la base menor:

√ Defina el Datum 3 como plano de trabajo

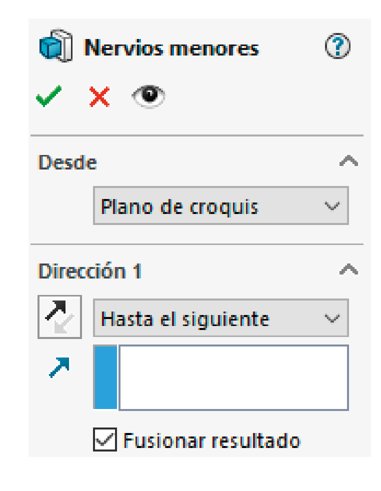
√ Dibuje y restrinja la sección de un nervio

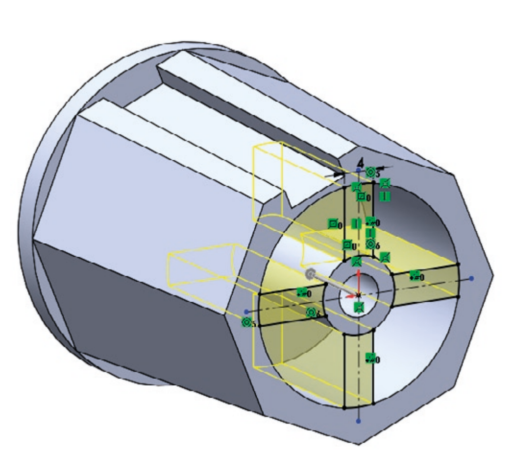
√ Obtenga los otros tres repitiendo, o por matriz circular





√ Haga una extrusión *Hasta el siguiente*



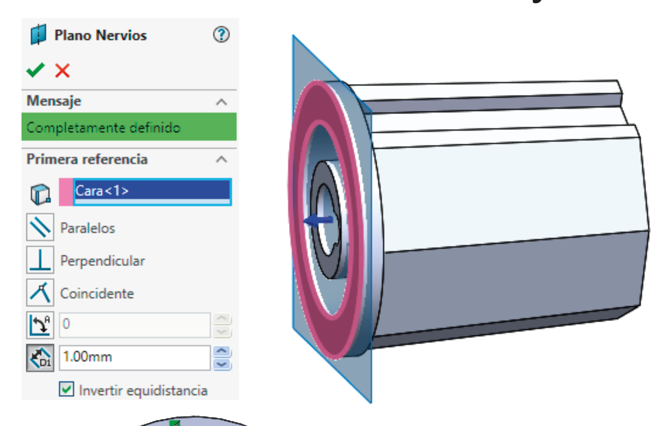


ISBN: 978-84-18432-81-1

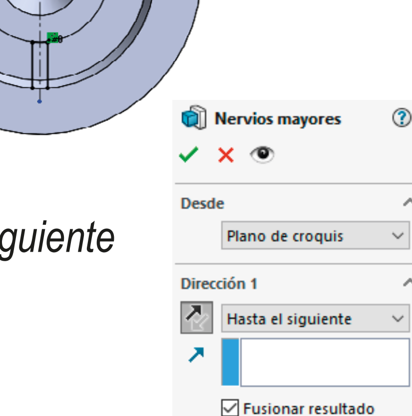
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Añada los nervios del vaciado de la base mayor:

√ Defina un plano paralelo al Datum 4 como plano de referencia (Datum 7)

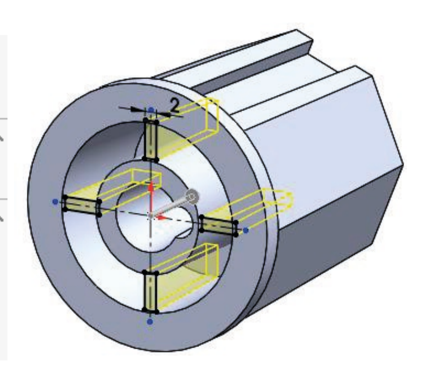


√ Dibuje y restrinja la sección de un nervio



√ Obtenga los otros tres repitiendo, o por matriz circular

√ Haga una extrusión *Hasta el siguiente*

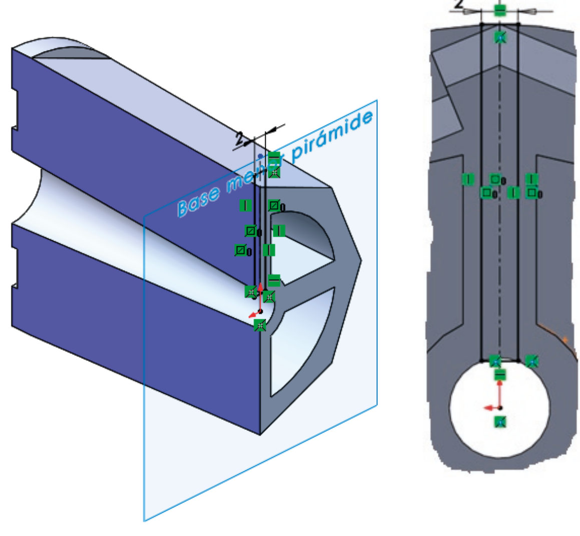


ISBN: 978-84-18432-81-1

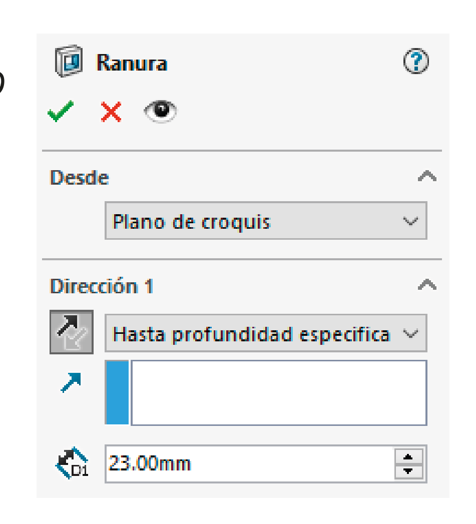
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

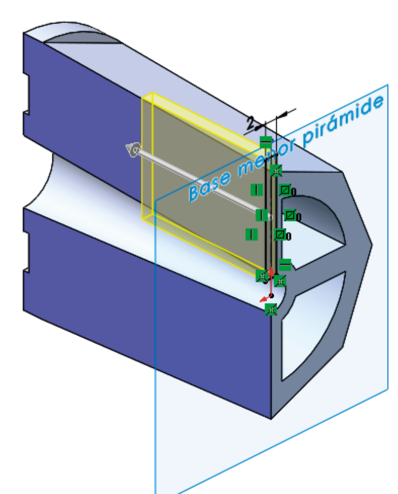
Añada la primera ranura:

- √ Defina el Datum 3 como plano de trabajo
- √ Dibuje la sección de la ranura
- √ Añada las cotas y restricciones necesarias



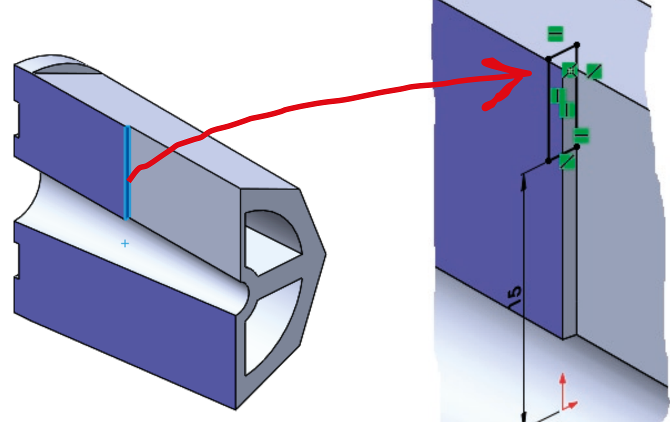
- √ Haga un *Corte extruido*





Añada el escalón de la primera ranura:

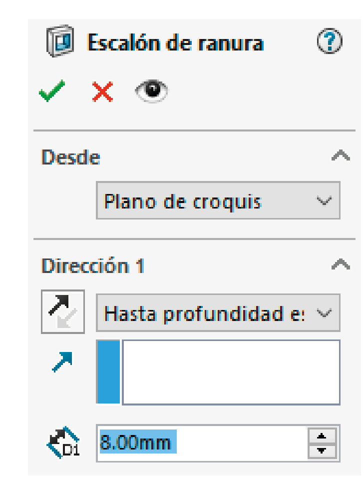
√ Defina fondo de la ranura como plano de trabajo (Datum 7)

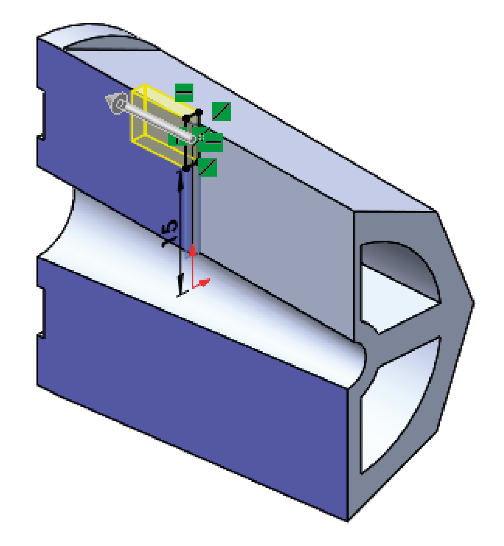


√ Dibuje la sección del escalón de la ranura

√ Añada las cotas y restricciones necesarias

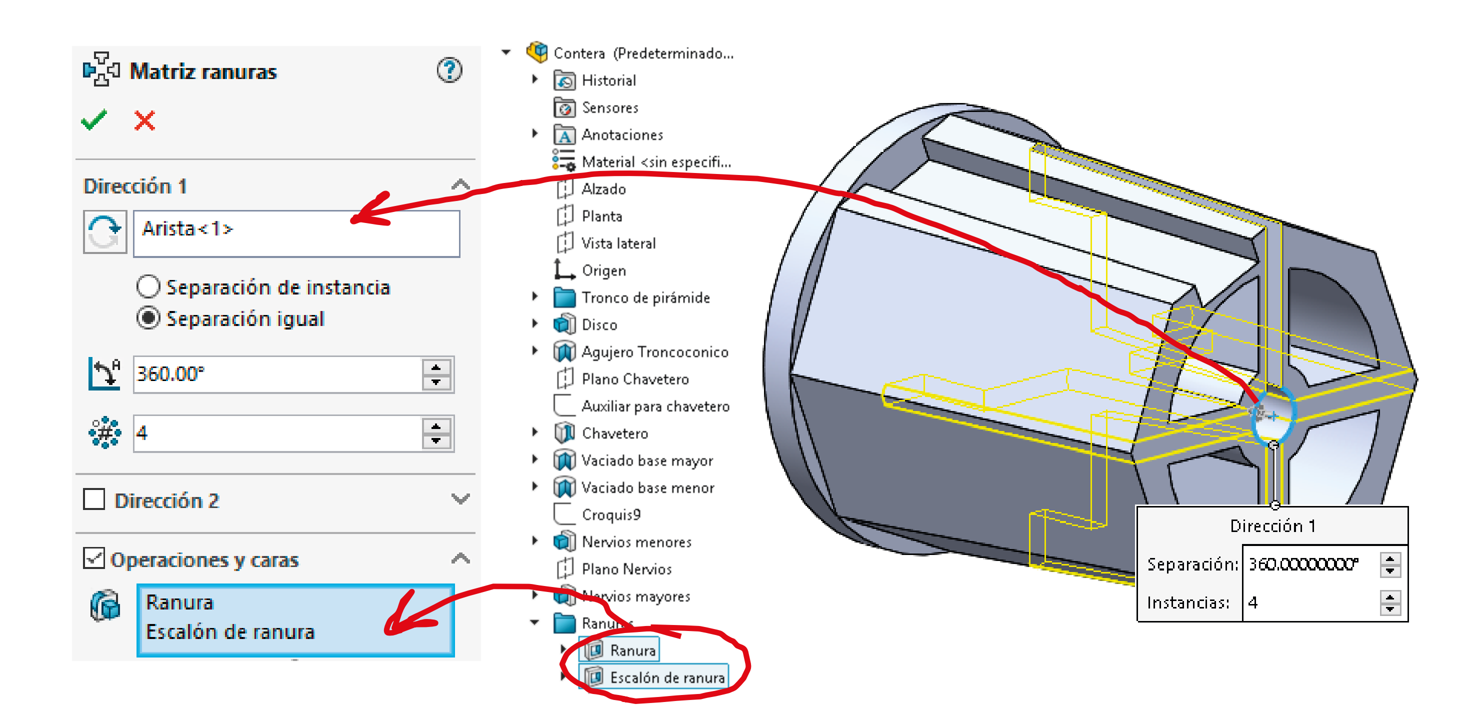
√ Haga un *Corte extruido*





ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

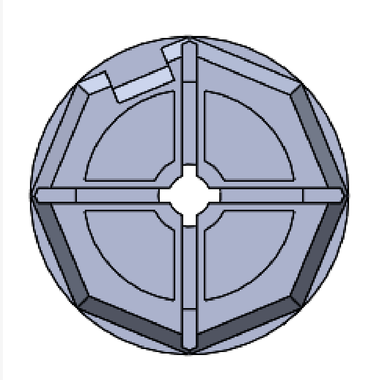
Obtenga las otras tres ranuras escalonadas repitiendo el proceso, o mediante la operación *Matriz circular*:

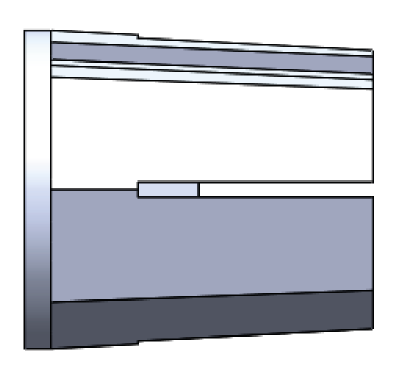


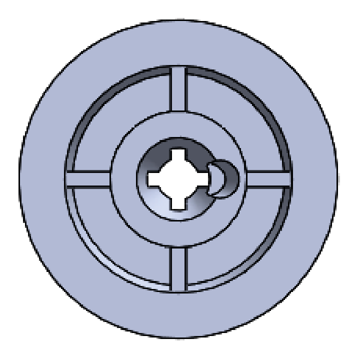
Ejecución

Verifique la forma de la pieza final:

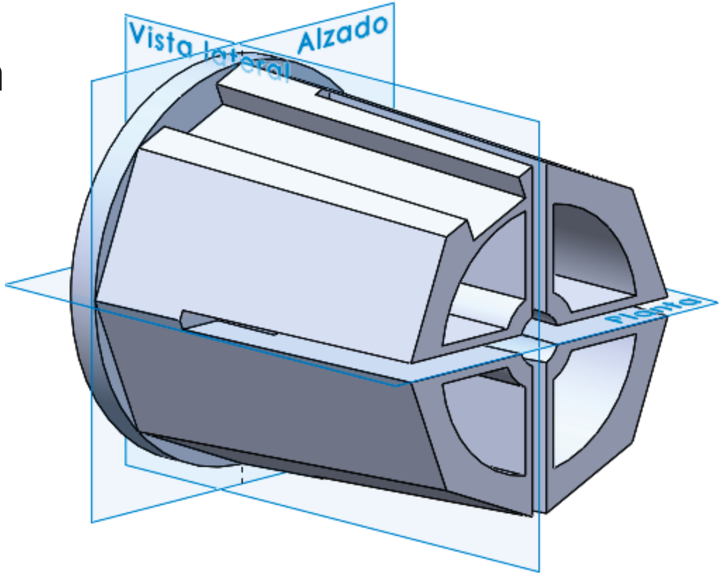
 Origen
- Tronco de pirámide
- Disco
- Agujero Troncoconico
- Ranura chavetero
- Vaciado base mayor
- Vaciado base menor
- Vaciado conjunto
- Nervios
- Ranuras







Verifique también su colocación:



ISBN: 978-84-18432-81-1

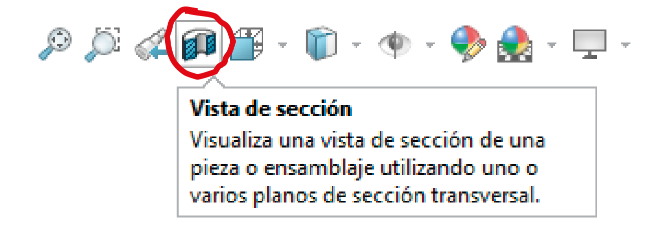
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

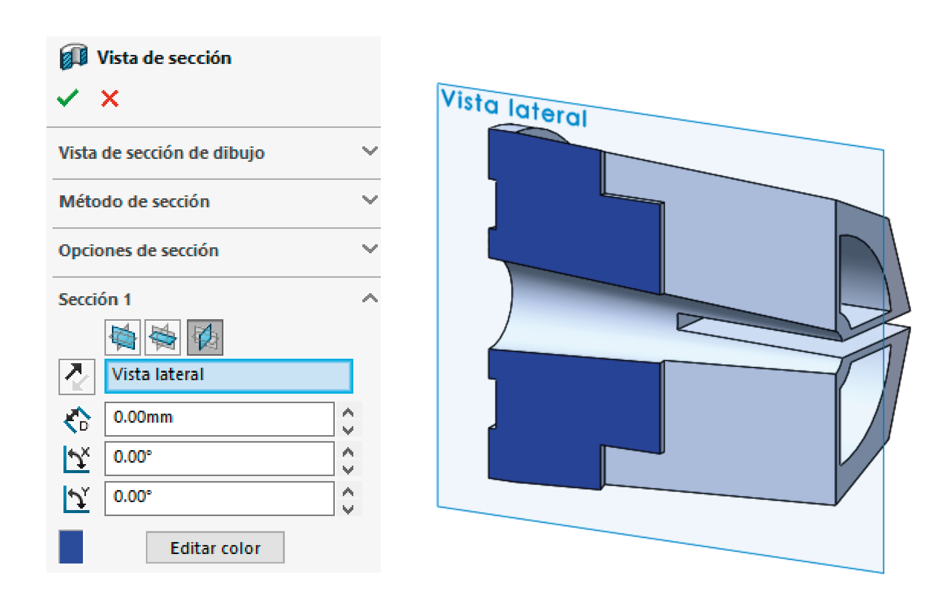
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Visualice también la pieza cortada para comprobar las cavidades:

√ Active la *Vista de sección*



√ Seleccione el plano de corte





¡Recuerde que no está modificando el modelo:
el corte desaparecerá al desactivar la vista de sección!

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Hay que obtener un esquema del proceso de modelado antes de modelar

Hay esquemas de modelado válidos pero no óptimos: dan lugar a procesos demasiado laboriosos

2 Hay que seleccionar los datums apropiados

Hay que definir tantos datums como se necesiten, pero intentando minimizar las dependencias innecesarias

3 Se pueden utilizar croquis "auxiliares" para vincular los datos de un croquis con los de otro

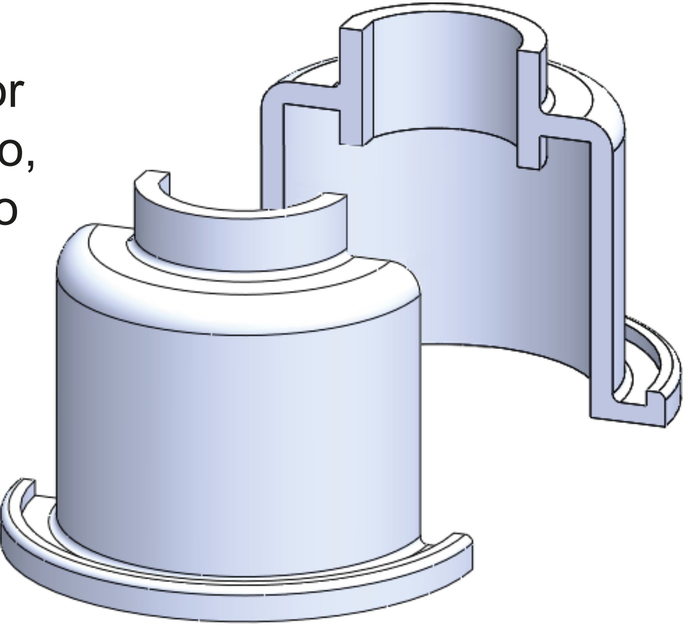
Aunque requieren más tiempo, son útiles porque:

- √ Evitan errores de redondeo
- √ Mantienen automáticamente los vínculos en caso de modificar el modelo

Ejercicio 1.4.6. Reorientar cazoleta de mando selector

Tarea

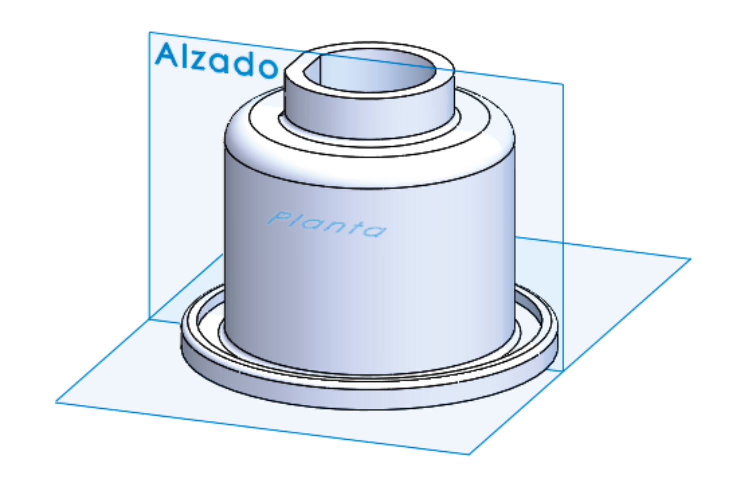
La figura muestra el modelo CAD de una cazoleta de mando selector de un calentador de gas doméstico, que se ha modelado en el ejercicio 1.3.4



La tarea es:



Reoriente el modelo de la cazoleta para que su eje principal quede horizontal, de modo que su base quede apoyada en el alzado, en lugar de en la planta



Estrategia

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

La estrategia requiere comprobaciones previas, para buscar y resolver las posibles dependencias:

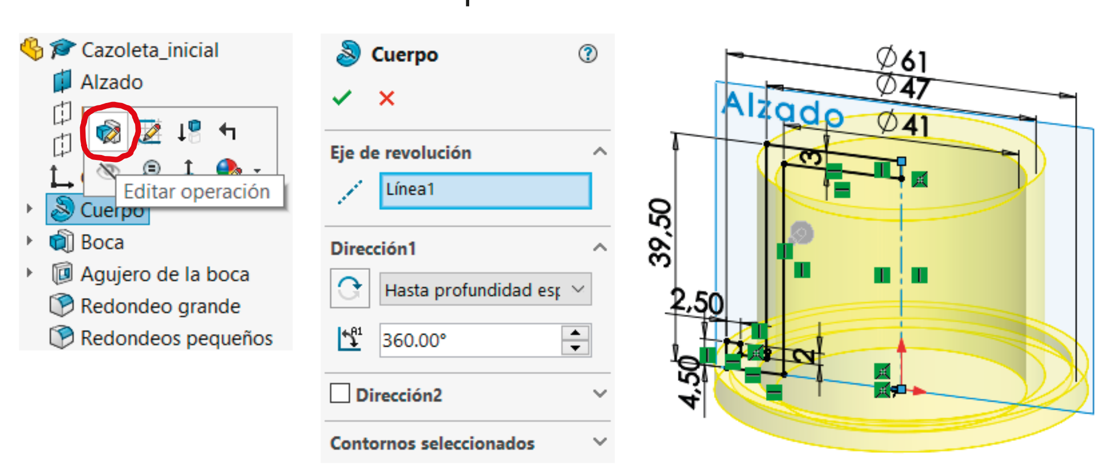
1. Detecte el plano de croquis en el que se define la orientación de la pieza
2. Revise el árbol del modelo en busca de dependencias padre/hijo, relativas a ese croquis
3. Elimine las posibles dependencias innecesarias, o aquellas que sean contradictorias con el cambio propuesto
4. Modifique el plano de croquis
5. Revise el resto del árbol del modelo, para comprobar que no hayan aparecido errores ni referencias colgantes

ISBN: 978-84-18432-81-1

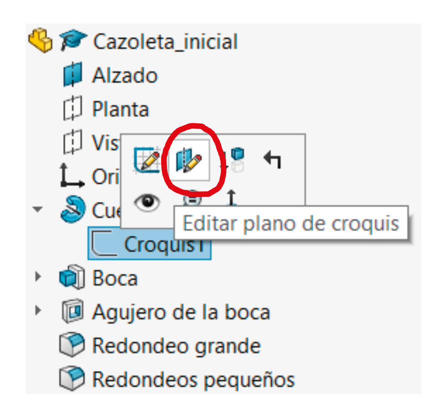
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

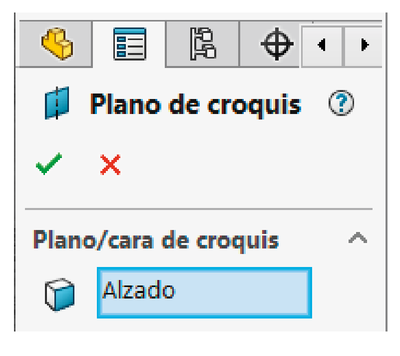
Busque la operación que define la orientación de la pieza:

√ Edite la primera operación de modelado, para comprobar que el eje de revolución se define en su croquis



√ Edite su plano de croquis, para comprobar que es el plano del alzado





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Tarea

Estrategia

Ejecución

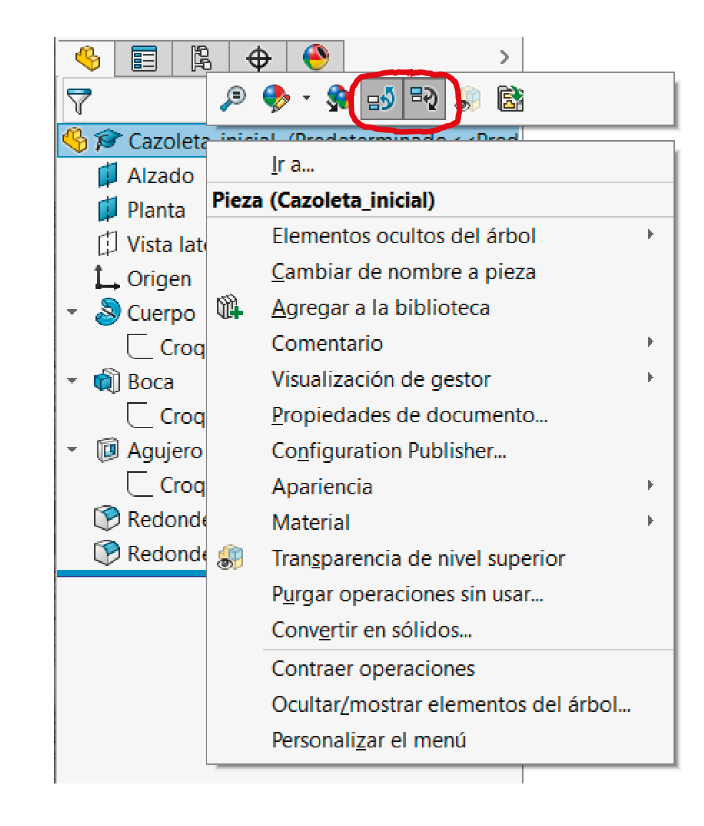
Conclusiones

Active la visualización de relaciones padre/hijo:

√ Seleccione el nombre de la pieza al principio del árbol del modelo

√ Pulse el botón derecho del ratón para mostrar el menú contextual

√ Seleccione las opciones de *Visualización de referencias dinámicas* (padre e hijo)



Puede que tenga que activar el menú dos veces, una para cada selección

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

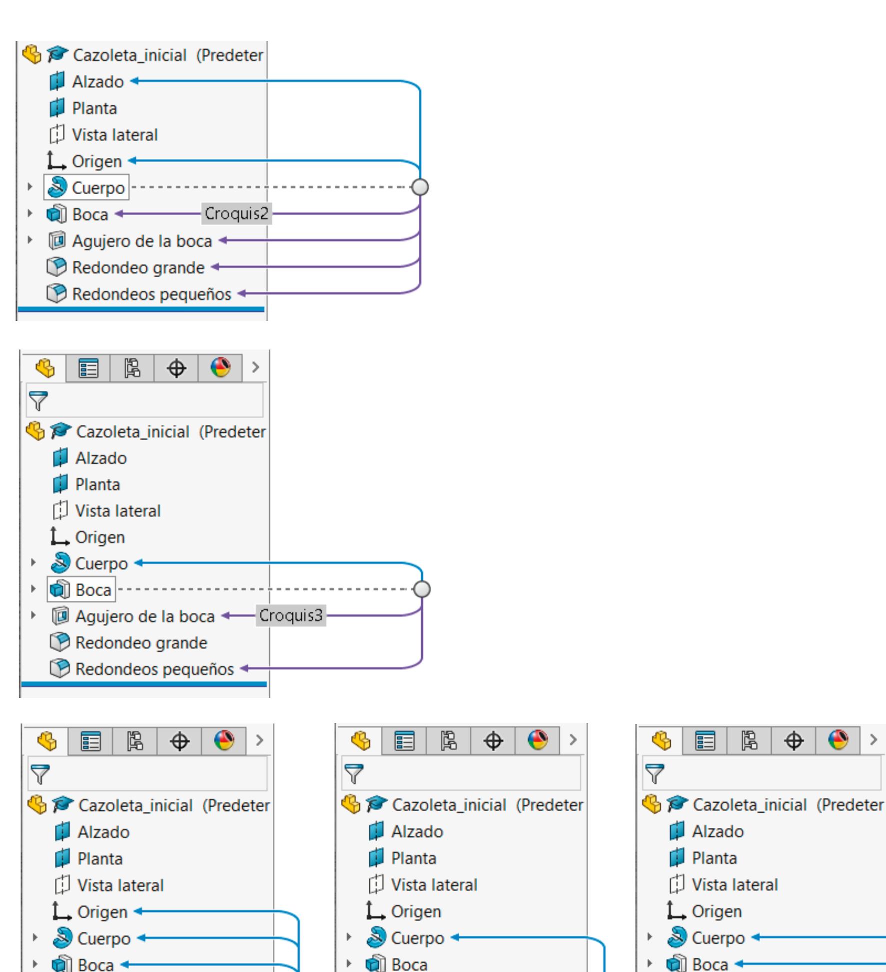
Revise el árbol en busca de relaciones:

√ Compruebe que la primera operación del árbol depende del alzado y del origen

√ Compruebe que todas las demás operaciones dependen de ella

√ Compruebe que la segunda operación también tiene operaciones hijas

√ Compruebe que las demás operaciones no son padres de ninguna otra operación



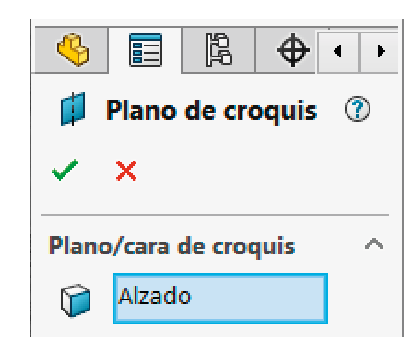
Ejecución

Modifique el plano de croquis de la primera operación:

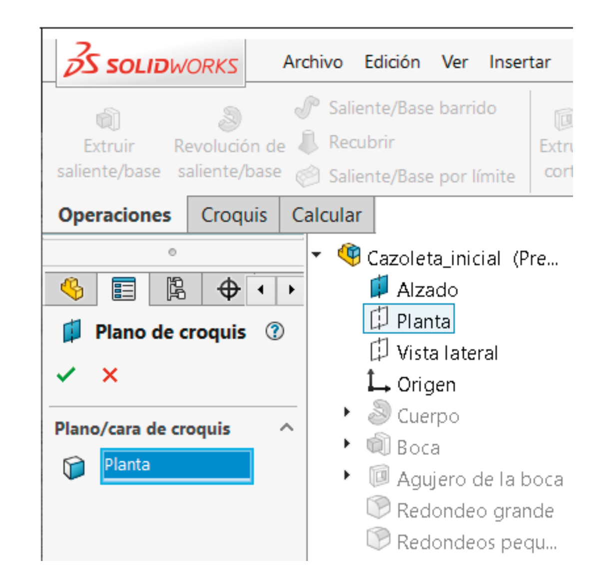
- Seleccione el plano de croquis de la primera operación

- Edite el plano de croquis

Cazoleta_inicial
Alzado
Planta
Vis
Ori
Cue
Croquis1
Editar plano de croquis
Boca
Agujero de la boca
Redondeo grande
Redondeos pequeños



- Reemplace el plano del alzado por la planta

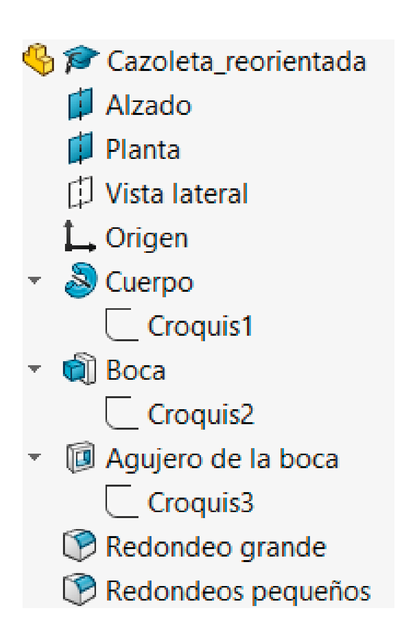


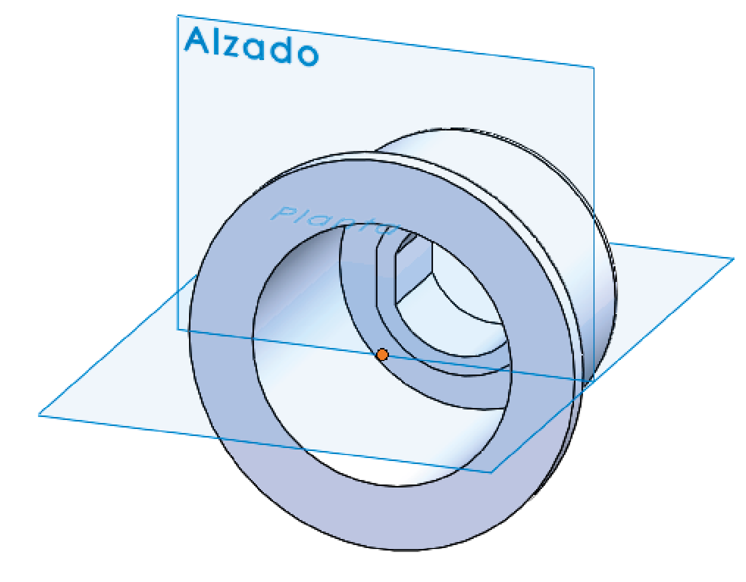
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



Puesto que el modelo solo depende del alzado y el origen…

…es probable que al cambiar el alzado por la planta, el resto del modelo no tenga relaciones inviables





Ejecución

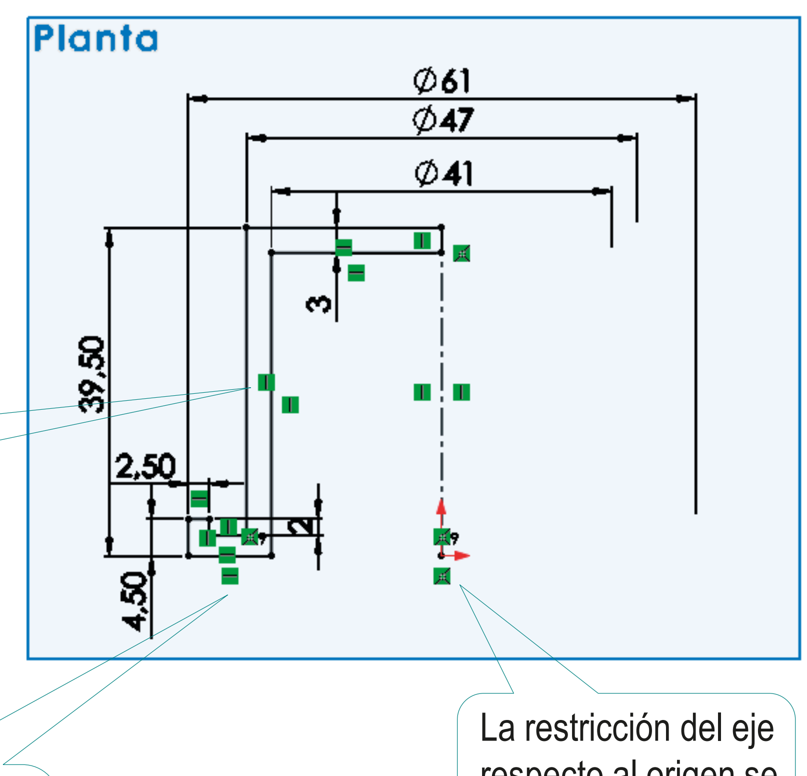
Revise las restricciones del croquis recién reorientado:

√ Edite el croquis de la primera operación

√ Compruebe que está completamente restringido

No hay restricciones colgantes (color ocre)

√ Compruebe que está correctamente orientado



Las relaciones de horizontal y vertical se han adaptado de la forma deseada

La restricción del eje respecto al origen se ha mantenido

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Reorientar modelos CAD es complicado

Por lo que hay que hacer todos los esfuerzos posibles para que la orientación inicial sea la correcta

2 Hay que revisar el árbol del modelo antes de hacer los cambios, para eliminar o controlar las posibles dependencias que vayan a dificultar la reorientación

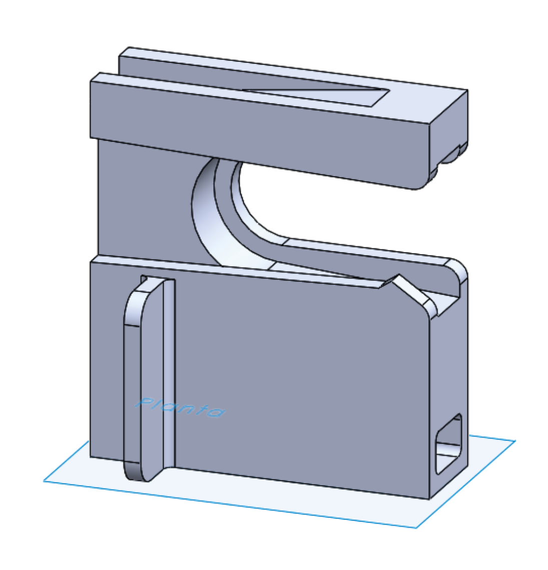
3 Hay que revisar el árbol del modelo después de hacer los cambios, para comprobar que no hayan aparecido referencias colgantes

Ejercicio 1.4.7. Reorientar pinza de embalaje

Tarea

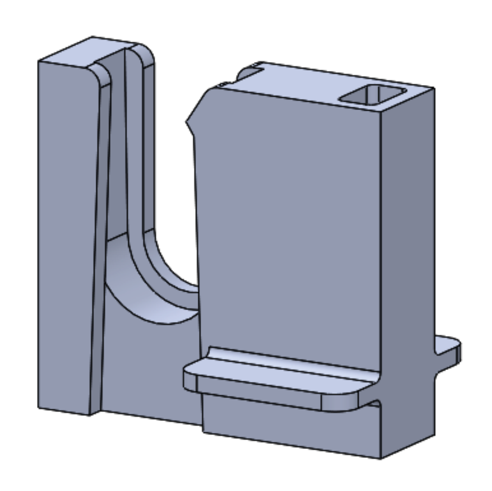
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La figura muestra el modelo CAD de una pinza de embalaje, que se ha modelado en el ejercicio 1.3.5



La tarea es:

A Reoriente el modelo de la pinza para que la ranura quede alineada hacia arriba



Estrategia

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

La estrategia requiere modificar la operación que incluye la ranura, y todas las que son dependientes:

1. Detecte el plano de croquis en el que se define la orientación de la ranura
2. Revise el árbol del modelo antes de hacer el cambio, para buscar otras operaciones que se verán afectadas
3. Suprima las operaciones que se verán afectadas
4. Elimine las posibles restricciones del croquis que impidan el giro de 90°
5. Modifique el croquis
6. Redefina las restricciones eliminadas
7. Modifique la primera operación suprimida, para adaptarla al cambio
8. Repita para las siguientes operaciones suprimidas, hasta actualizar todo el modelo

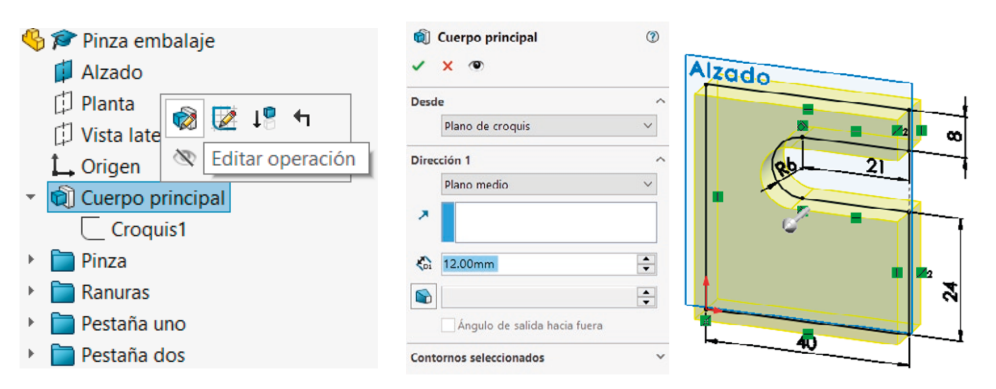
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

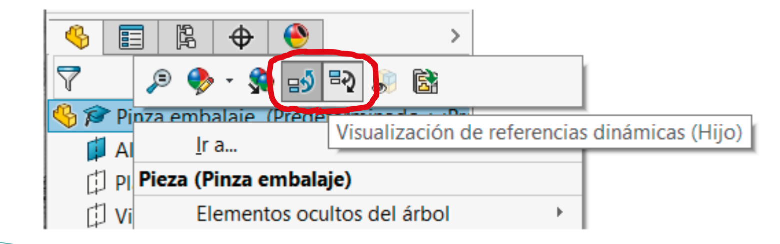
Busque la operación que define la orientación de la pieza:

√ Edite la primera operación de modelado (*Cuerpo principal*), para comprobar que la ranura se define en su croquis



Active la visualización de relaciones padre/hijo:

√ Seleccione las opciones de *Visualización de referencias dinámicas* (padre e hijo)



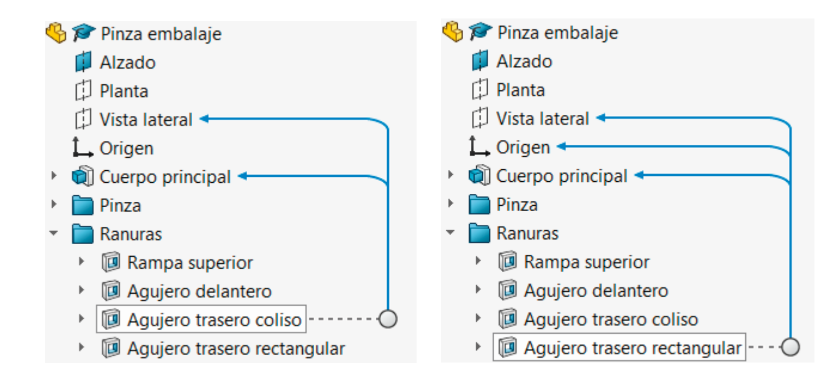
Puede que tenga que activar el menú dos veces, una para cada selección

ISBN: 978-84-18432-81-1

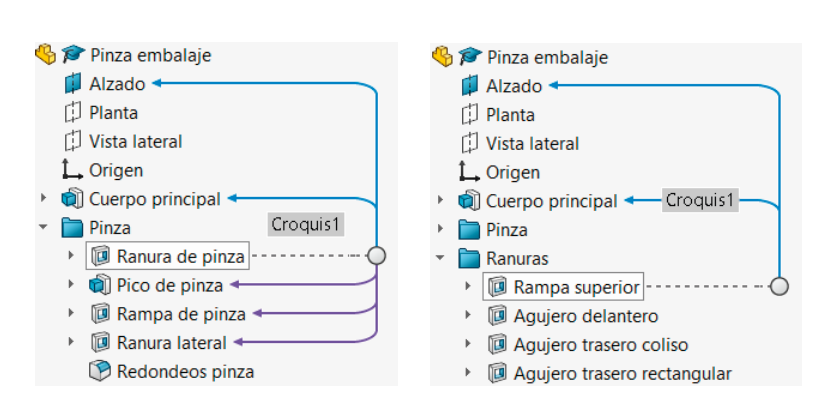
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Busque las operaciones que dependen de otros datums:

- Es fácil descubrir que el agujero trasero coliso y el agujero trasero rectangular dependen de la vista lateral



- Busque también las operaciones que dependen del plano del alzado, y cuyos croquis NO girarán al girar el de la primera operación



ISBN: 978-84-18432-81-1

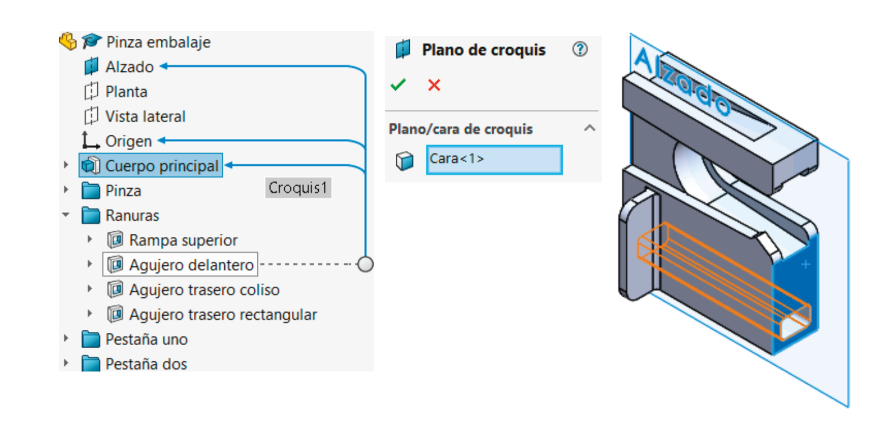
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



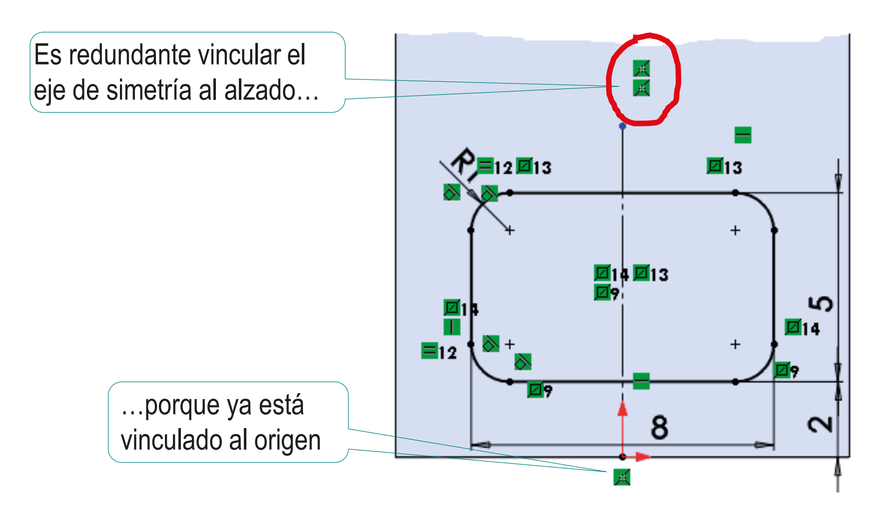
Las restricciones redundantes pueden dar lugar a falsas dependencias padre/hijo:

- El agujero delantero se muestra vinculado al alzado…

  …pese a que su plano de croquis es la cara delantera del cuerpo principal



- Analice el croquis para descubrir (y borrar) las restricciones redundantes que crean esa dependencia



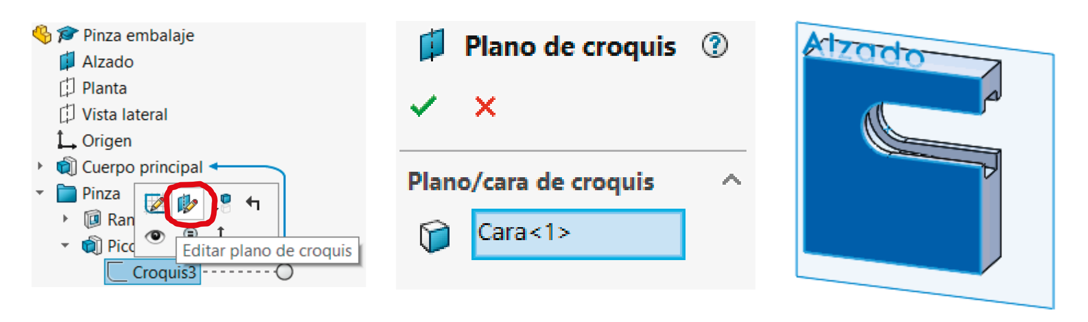
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

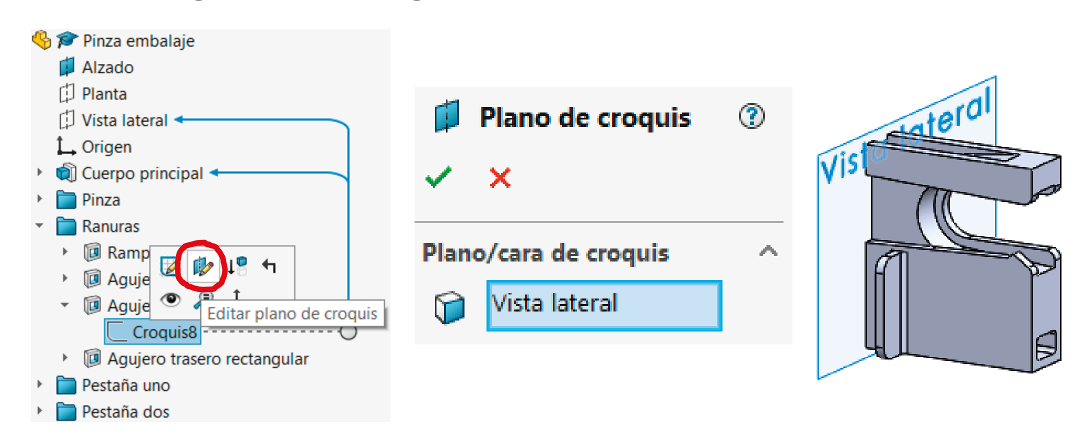
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones



Observe que los croquis construidos en datums al vuelo se adaptarán mejor al giro de la primera operación…



…mientras que los construidos desde los datums principales no girarán al girar la primera operación



ISBN: 978-84-18432-81-1

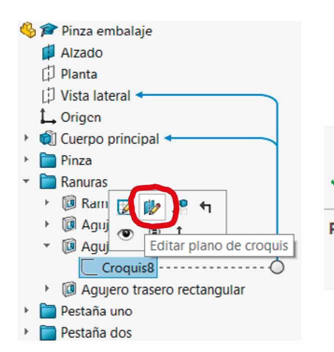
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Cambie datums independientes por datums al vuelo, cuando haya caras de la pieza coincidentes con los datums:

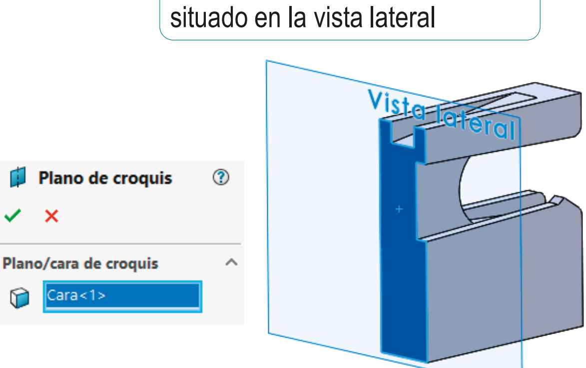
- Cambie el plano de croquis de la operación *Agujero trasero coliso*

  - Edite el plano de croquis de la operación *Agujero trasero coliso*

  - Reemplace el plano de *Vista lateral* por la cara de la pieza que es coplanaria con él

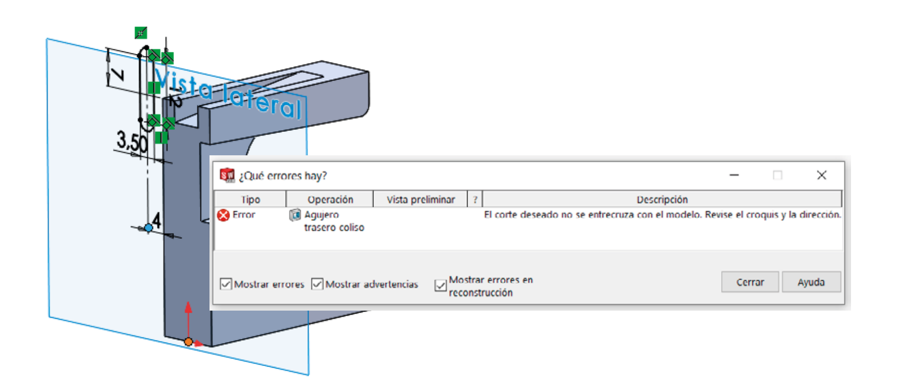


Construida a partir de un croquis situado en la vista lateral



  - Compruebe si el modelo se regenera correctamente, o aparecen errores

Es normal que se pierdan referencias que vinculan el croquis con el resto del modelo



Ejecución

√ Edite el croquis para añadir las restricciones que se hayan perdido al cambiar el plano de croquis

√ Observe que hay dos cotas invertidas

Vinculan mal el croquis con el borde de la cara, porque el sentido de la cara se ha invertido al cambiar el plano de croquis

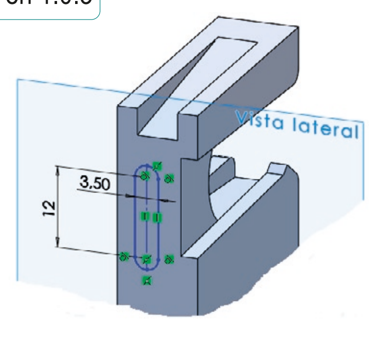
Véase la Congruencia inversa en 1.0.3

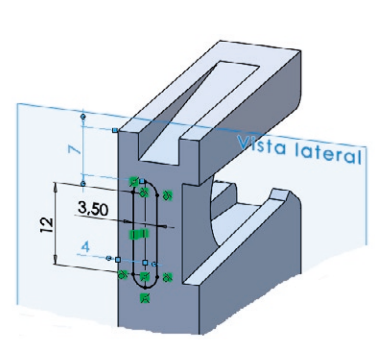


√ Elimine las cotas

√ Mueva la figura cerca de la posición correcta

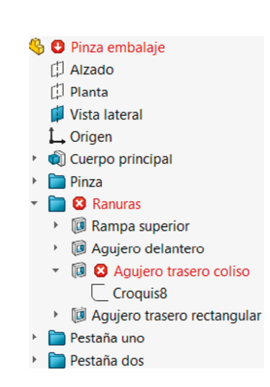
√ Vuelva a añadir las cotas

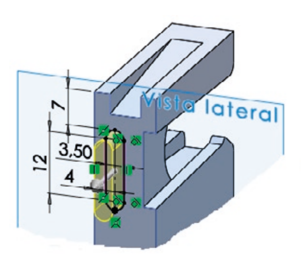


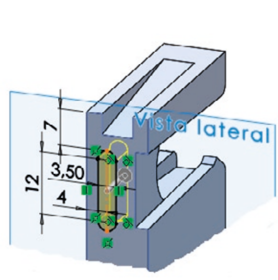


√ Compruebe que sigue apareciendo un error en la operación de extrusión

√ Edite la operación de extrusión para ver que la dirección de extrusión debe invertirse



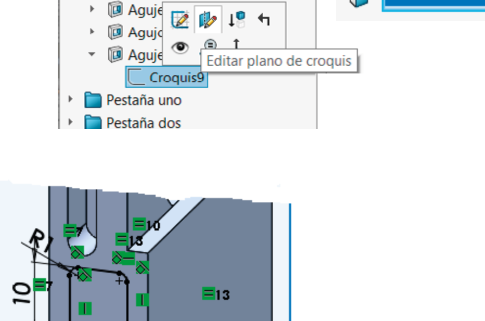




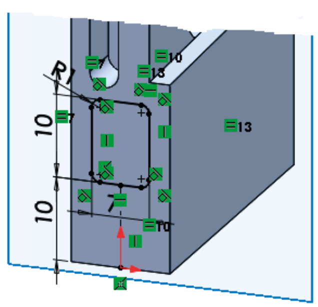
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Repita el procedimiento para el croquis de la operación *Agujero trasero rectangular*

- √ Edite el plano de croquis de la operación *Agujero trasero rectangular*

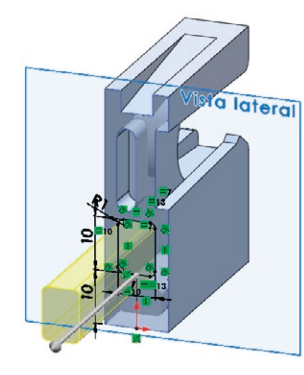


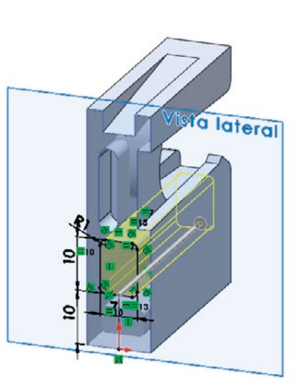
- √ Reemplace el plano de *Vista lateral* por la cara de la pieza que es coplanaria con él



- √ Edite el croquis para comprobar que (en este caso) no hay restricciones perdida al cambiar el plano de croquis

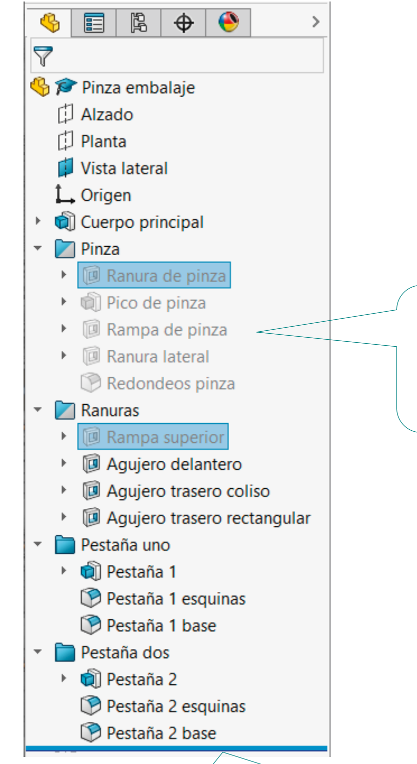
- √ Invierta la dirección de extrusión





Suprima selectivamente las operaciones incompatibles, empezando por las últimas:

- Despliegue el árbol del modelo
- Seleccione la última operación a suprimir
- Seleccione el comando *Suprimir*
- Repita para el resto de operaciones a suprimir, desde el final hacia el principio



Observe que al suprimir una operación, se suprimen automáticamente todas las operaciones hijas

Alternativamente, suprima todas las operaciones desde el final, desplazando hacia arriba la *Línea de retroceso*

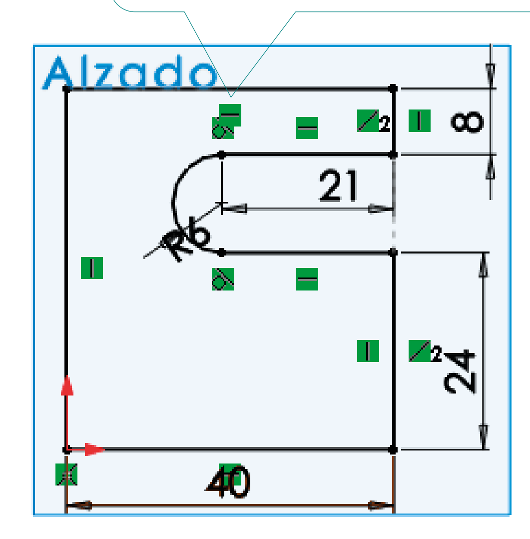
ISBN: 978-84-18432-81-1

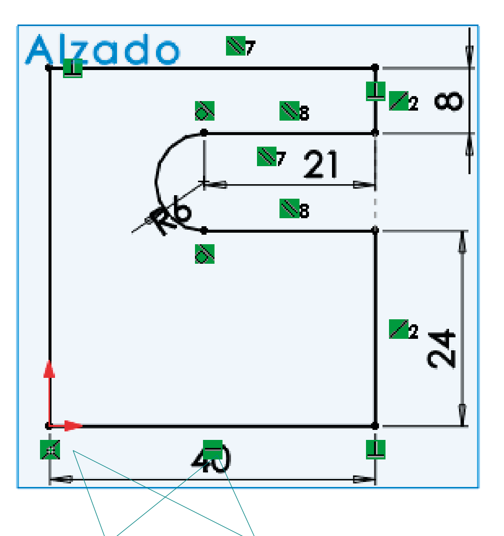
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modifique las restricciones de croquis de la primera operación:

- Cambie las restricciones extrínsecas (que vinculan con el sistema de coordenadas) por restricciones intrínsecas

Debe reemplazar las restricciones de horizontal y vertical, por perpendicular y paralelo



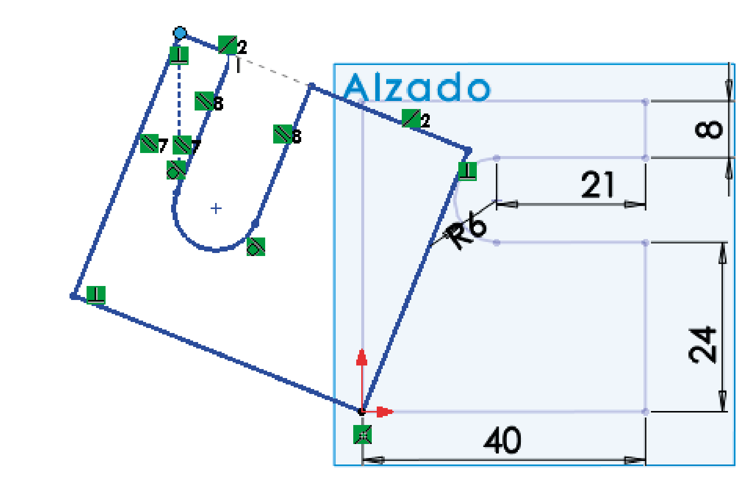


Para dejarlo completamente definido, debería dejar las restricciones extrínsecas mínimas para definir la posición y la orientación

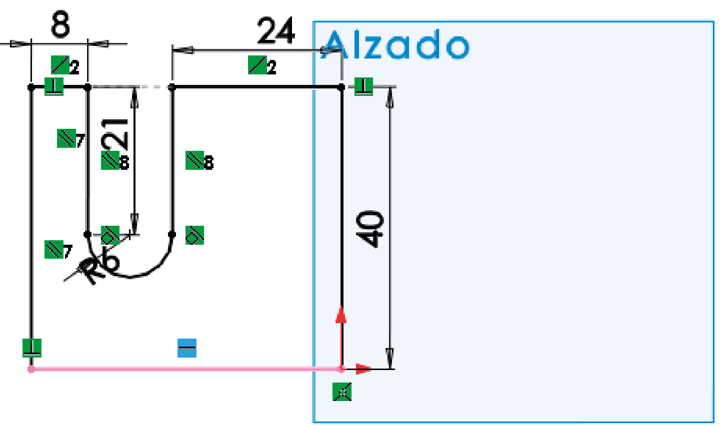
Modifique el croquis de la primera operación:

√ Elimine la restricción de arista horizontal que impide el giro

No elimine la restricción de coincidencia de un vértice con el origen, para usarlo como centro de giro



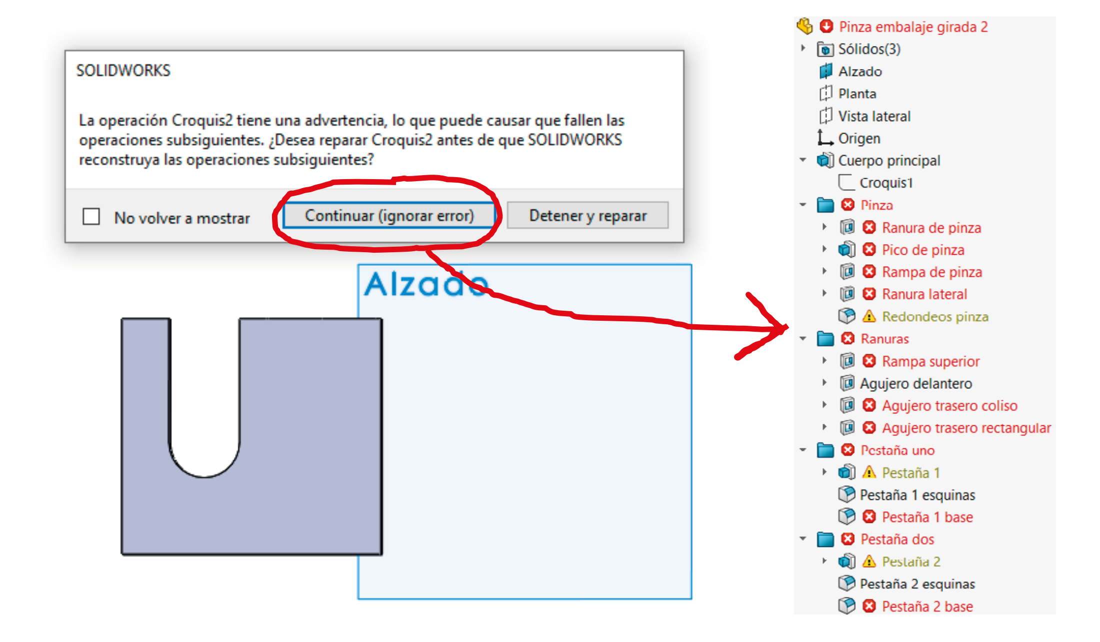
√ "Empuje" un vértice para hacer girar la figura un ángulo cercano a 90° antihorario



√ Añada una restricción de horizontal para la arista que ahora pasa a ser la base

Si no ha suprimido las operaciones incompatibles con el cambio realizado…

…al cerrar el croquis aparecerán los avisos de error…

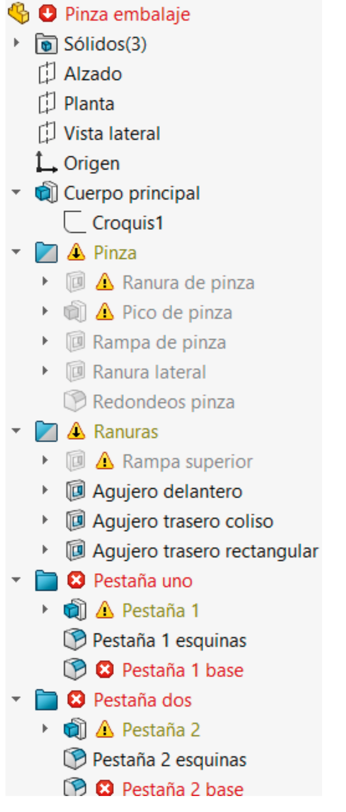


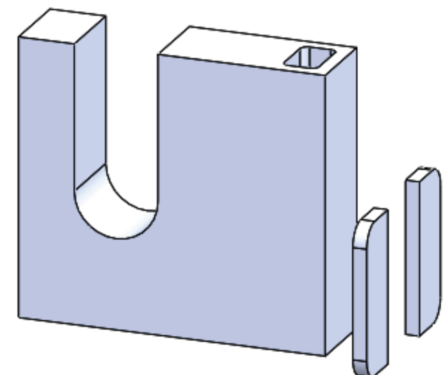
…que habrá que solucionar uno a uno

Compruebe si han aparecido errores debidos a dependencias no previstas:

- √ Observe que, al girar el cuerpo, ha quedado desplazado respecto a la posición de las pestañas, por lo que se producen sólidos disjuntos

- √ Suprima las operaciones pestaña 1 y 2, antes de empezar a reparar los errores por orden



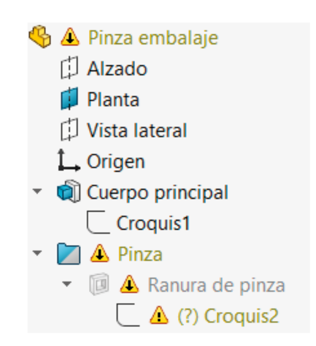


Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

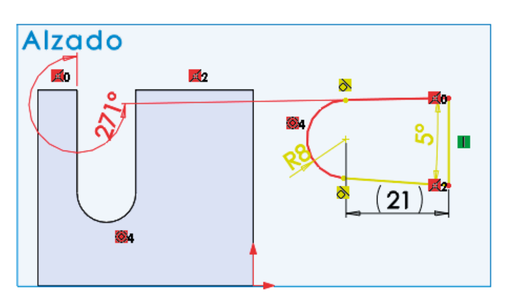
Anule la supresión de la operación *Ranura de pinza*, que aparece suprimida en primer lugar en el árbol del modelo:

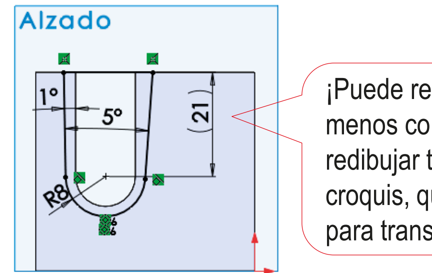
Alternativamente, aborde el primer error del árbol del modelo

√ Analice la operación para descubrir que hay una fallo en el croquis



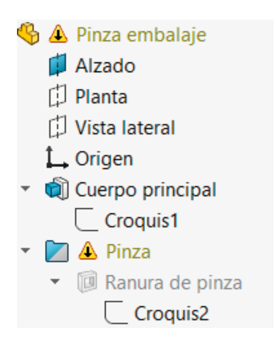
√ Edite la operación con error y haga las modificaciones necesarias

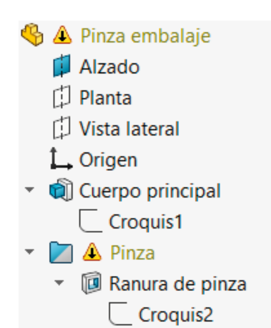




¡Puede resultar menos complicado redibujar todo el croquis, que editarlo para transformarlo!

√ Compruebe que el error desaparece, antes de anular la supresión



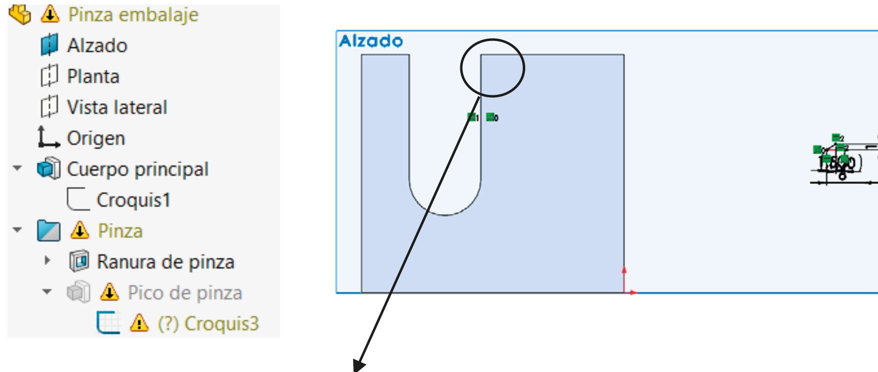


ISBN: 978-84-18432-81-1

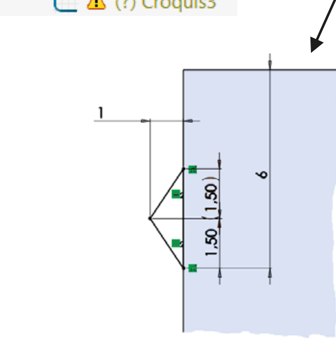
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Repita el procedimiento, para anular la supresión de la operación *Pico de pinza*, que es la primera que aparece suprimida:

√ Analice la operación para determinar si el fallo está en el barrido o en el croquis



√ Edite la operación con error y haga las modificaciones necesarias

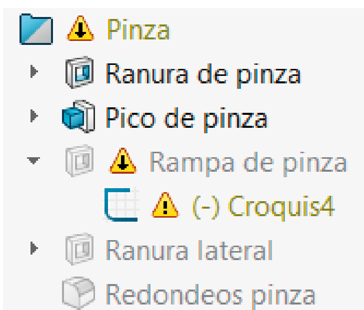


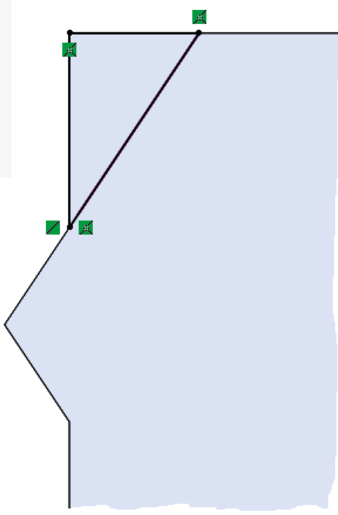
√ Compruebe que el error desaparece

Pinza embalaje
Alzado
Planta
Vista lateral
Origen
Cuerpo principal
Croquis1
Pinza
Ranura de pinza
Pico de pinza
Rampa de pinza
Ranura lateral
Redondeos pinza

Repare la operación *Rampa de pinza*:

√ Analice la operación para determinar si el fallo está en el barrido o en el croquis





√ Edite la operación con error y haga las modificaciones necesarias

√ Compruebe que el error desaparece

Pinza
Ranura de pinza
Pico de pinza
Rampa de pinza
Croquis4
Ranura lateral
Redondeos pinza

√ Compruebe que el resto de la pinza ya está libre de errores

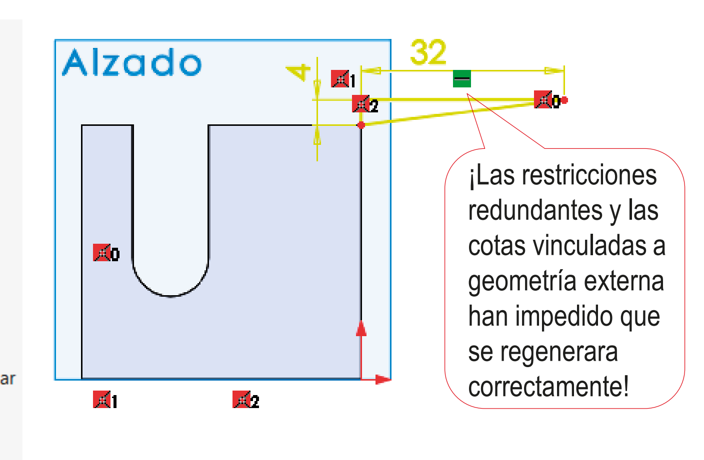
Pinza
Ranura de pinza
Pico de pinza
Rampa de pinza
Ranura lateral
Redondeos pinza

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

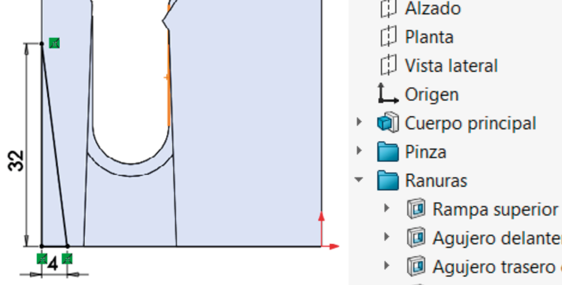
Repare la operación *Rampa superior*:

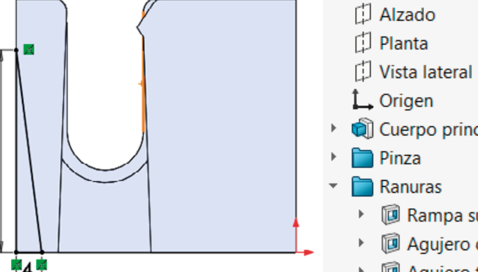
√ Analice la operación para determinar si el fallo está en el barrido o en el croquis

- Pinza embalaje
  - Alzado
  - Planta
  - Vista lateral
  - Origen
  - Cuerpo principal
  - Pinza
  - Ranuras
    - Rampa superior
      - (?) Croquis6
    - Agujero delantero
    - Agujero trasero coliso
    - Agujero trasero rectangular
  - Pestaña uno
    - Pestaña 1
    - Pestaña 1 esquinas
    - Pestaña 1 base
  - Pestaña dos
    - Pestaña 2
    - Pestaña 2 esquinas
    - Pestaña 2 base



√ Edite la operación con error y haga las modificaciones necesarias





- Pinza embalaje
  - Alzado
  - Planta
  - Vista lateral
  - Origen
  - Cuerpo principal
  - Pinza
  - Ranuras
    - Rampa superior
    - Agujero delantero
    - Agujero trasero coliso
    - Agujero trasero rectangular
  - Pestaña uno
    - Pestaña 1
    - Pestaña 1 esquinas
    - Pestaña 1 base
  - Pestaña dos
    - Pestaña 2
    - Pestaña 2 esquinas
    - Pestaña 2 base

√ Compruebe que el error desaparece

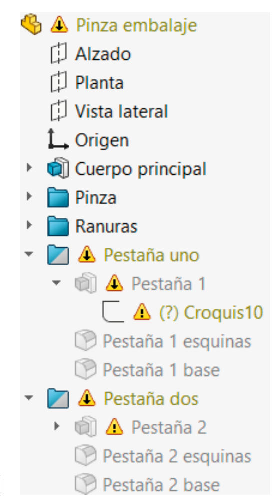
ISBN: 978-84-18432-81-1

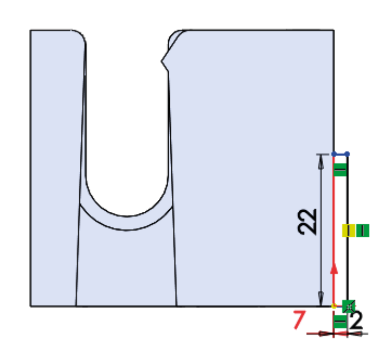
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

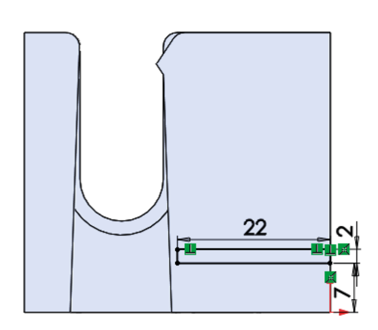
Repare la operación *Pestaña 1*:

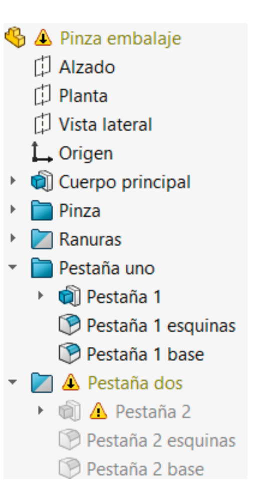
- Analice la operación para determinar si el fallo está en el barrido o en el croquis





- Edite la operación con error y haga las modificaciones necesarias





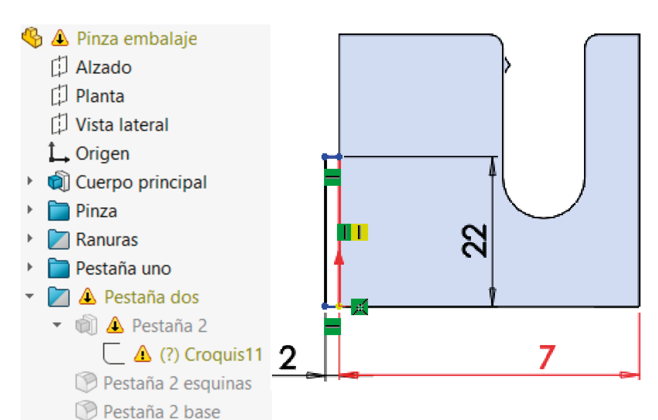
- Compruebe que el error desaparece

ISBN: 978-84-18432-81-1

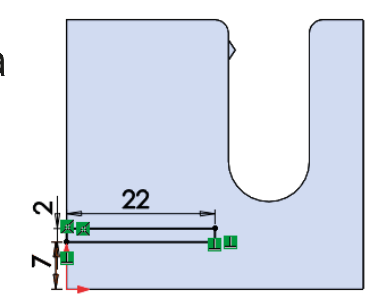
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Repare la operación *Pestaña 2*:

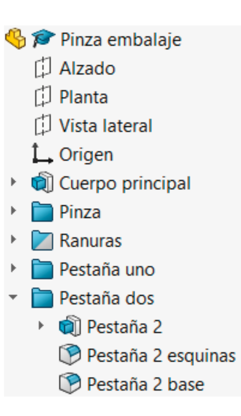
- Analice la operación para determinar si el fallo está en el barrido o en el croquis



- Edite la operación con error y haga las modificaciones necesarias



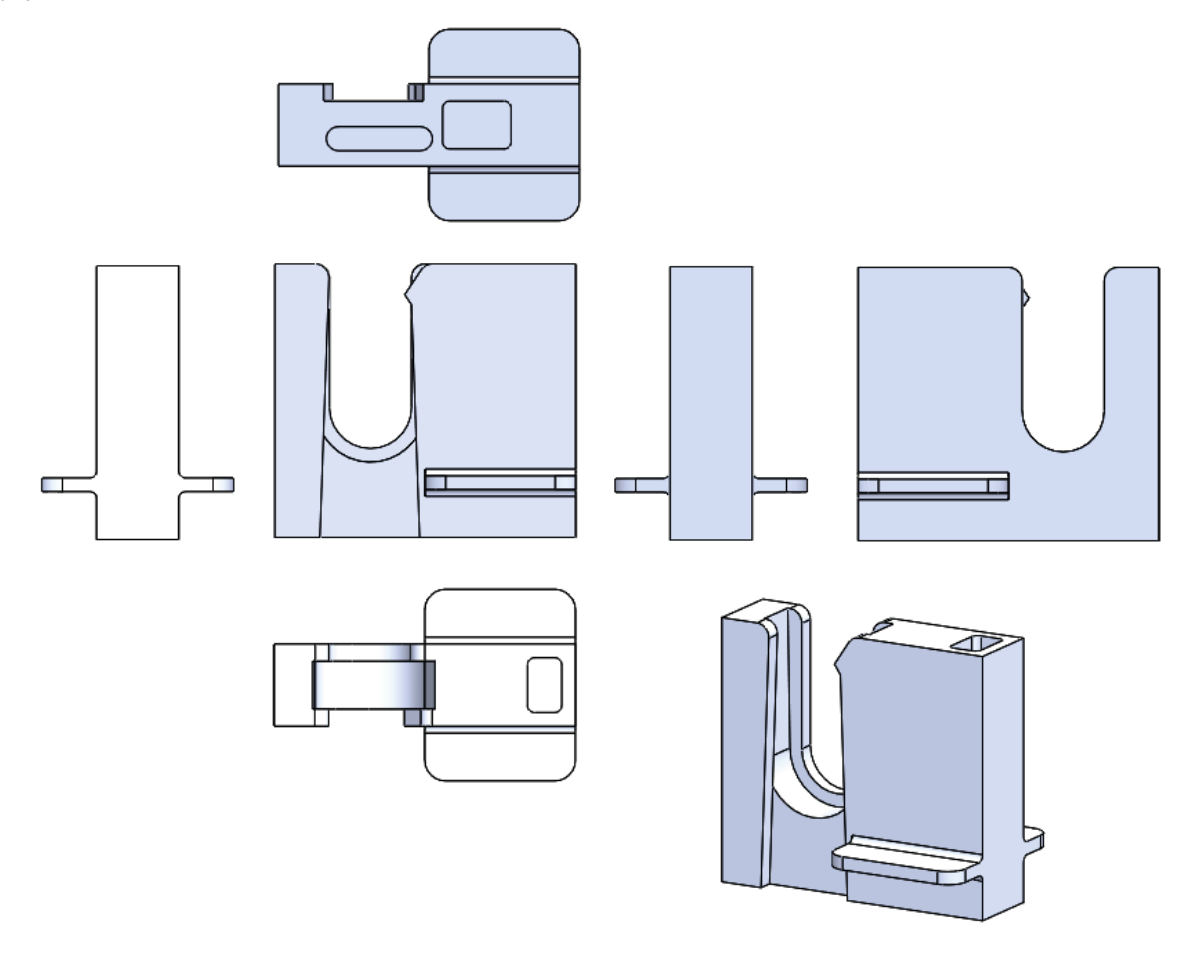
- Compruebe que el error desaparece



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Compruebe que el modelo está completo, y tiene la orientación pedida:



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Reorientar modelos CAD con muchas dependencias es complicado

¡Por lo que puede ser más costoso reorientar que modelar de nuevo!

2 Hay que revisar el árbol del modelo antes de hacer los cambios, para eliminar o controlar las posibles dependencias que vayan a dificultar la reorientación

3 Hay que editar *secuencialmente* todas las operaciones que se ven afectadas por el cambio

4 Es frecuente que aparezcan errores, que se tienen que ir resolviendo secuencialmente

Muchos errores son debidos a:

- √ Vínculos que se rompen al cambiar las referencias
- √ Sentidos que se invierten al cambiar las referencias

5 Anular las operaciones que todavía no han sido revisadas minimiza los errores activos en cada momento

Capítulo 1.5. Patrones de replicado

Definición

Los patrones de replicado son operaciones que permiten crear y colocar copias de un mismo elemento geométrico siguiendo una ordenación en grupo

Los patrones frecuentes en las aplicaciones CAD son:

1. Simetría
   - Bilateral o de espejo
   - Axial o de revolución
2. Ordenamiento en matriz
   - Rectangular
   - Circular o polar

Los patrones son útiles por dos motivos:

1. Simplifican el proceso de modelado
2. Muestran explícitamente ciertas intenciones de diseño

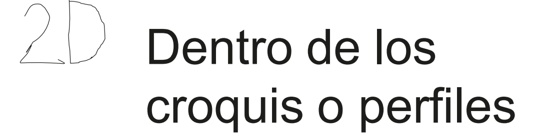
Los patrones 3D son visibles en el árbol del modelo, mientras que los patrones 2D se gestionan mediante restricciones en los perfiles

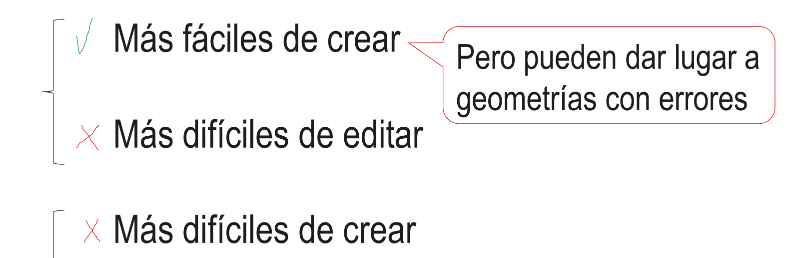
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tipos de replicado

Existen patrones de replicado en dos niveles:

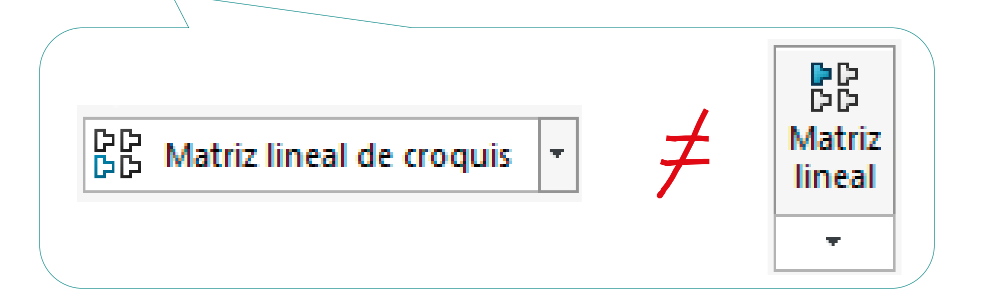




3D En el árbol del modelo

- X Más difíciles de crear
- √ Más fáciles de editar

Ambos actúan de forma parecida, pero cada uno se puede utilizar solo en el ámbito al que pertenece

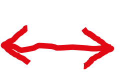


La recomendación genérica es mantener los croquis simples, y derivar los patrones a las operaciones de modelado

Tipos de replicado: Patrones 2D

Hay dos alternativas para establecer simetría en un croquis:

Añadir una relación geométrica entre dos elementos ya dibujados

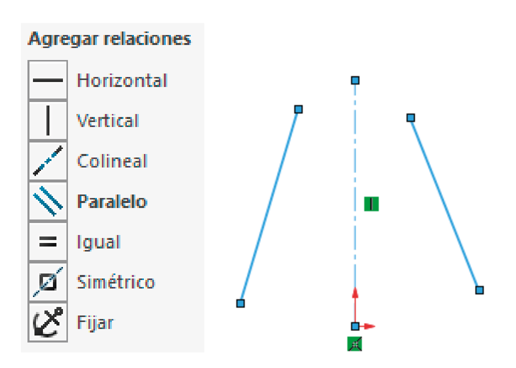


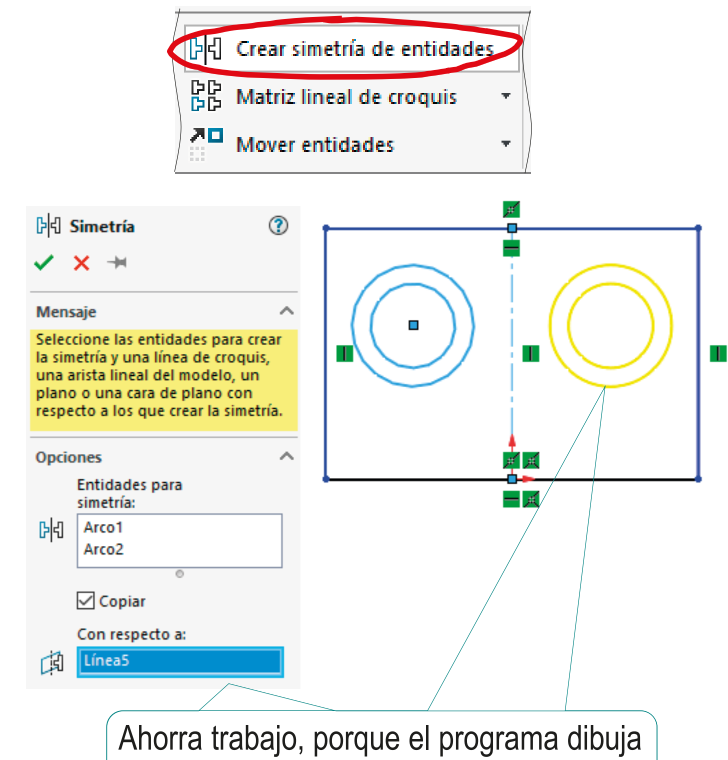
Obtener una copia simétrica de un grupo de elementos

√ Dibuje y seleccione un eje de simetría

√ Seleccione los dos elementos

√ Seleccione la relación de simetría





Ahorra trabajo, porque el programa dibuja automáticamente la copia simétrica

ISBN: 978-84-18432-81-1

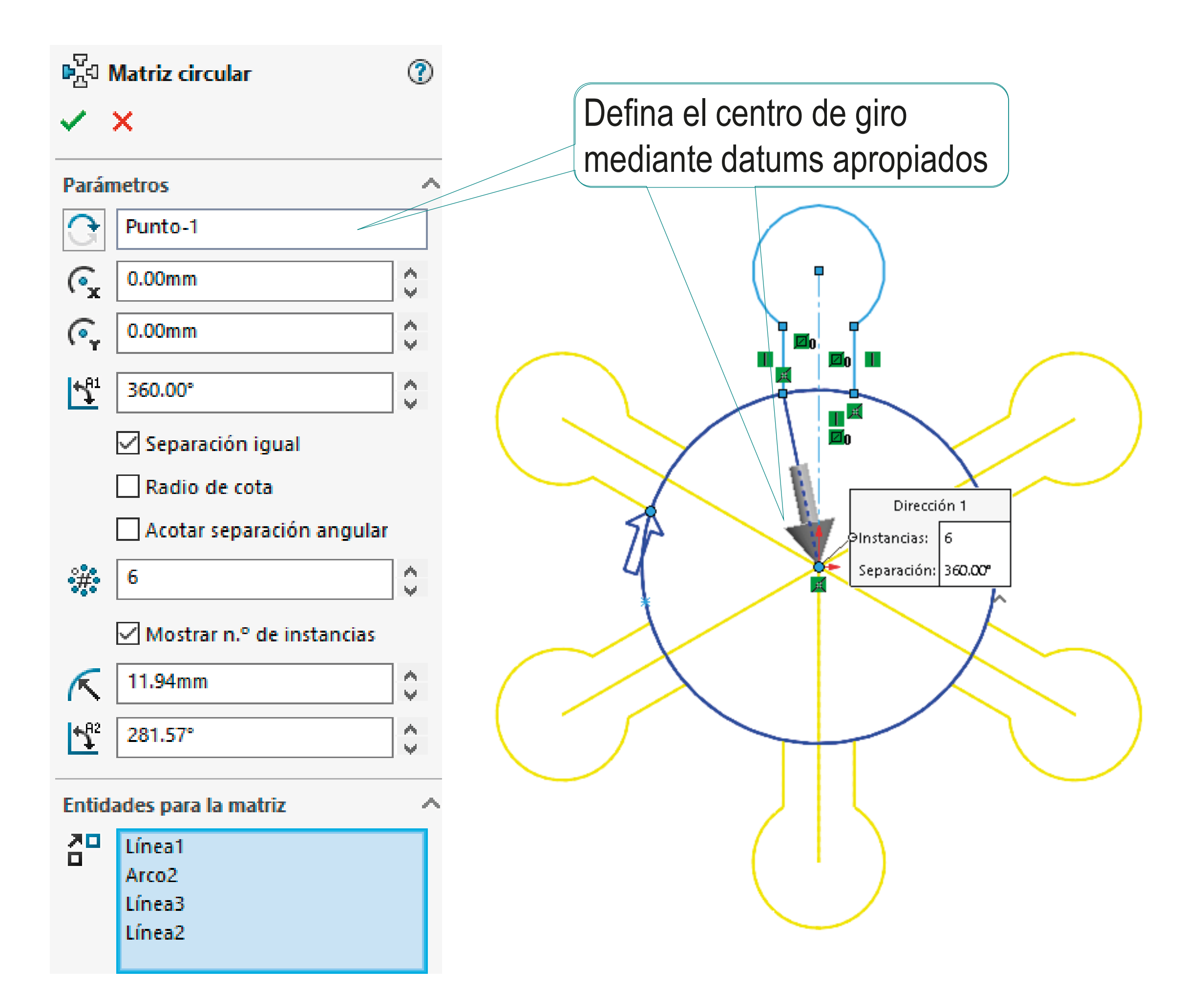
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para obtener un patrón rectangular de croquis:

- Seleccione *Matriz lineal*
- Indique la separación en la primera dirección
- Indique el número de repeticiones en la primera dirección
- Haga lo mismo para la segunda dirección
- Indique las entidades geométricas que forman el elemento original

El patrón polar de croquis se obtiene de forma semejante:



Definición

Tipos

Patrones 2D

Patrones 3D

Conciso

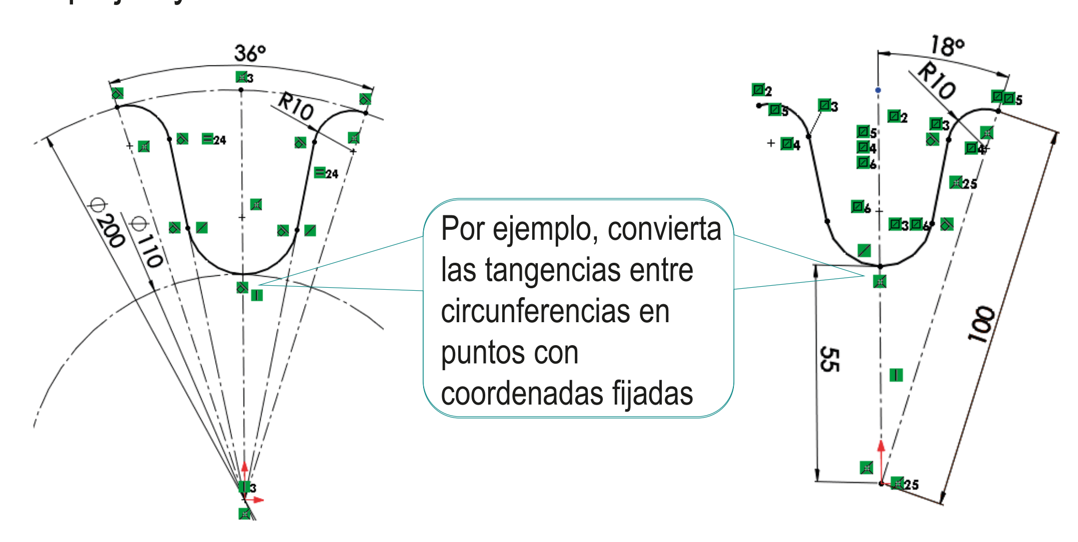
Rúbricas



El patrón polar de croquis puede dar errores, especialmente cuando las figuras están enlazadas

Hay dos causas frecuentes de error, con sus correspondientes estrategias para minimizarlos:

1. Hay errores cuando el solucionador geométrico no puede gestionar las combinaciones de restricciones complejas y encadenadas → Simplifique las restricciones antes de aplicar el patrón

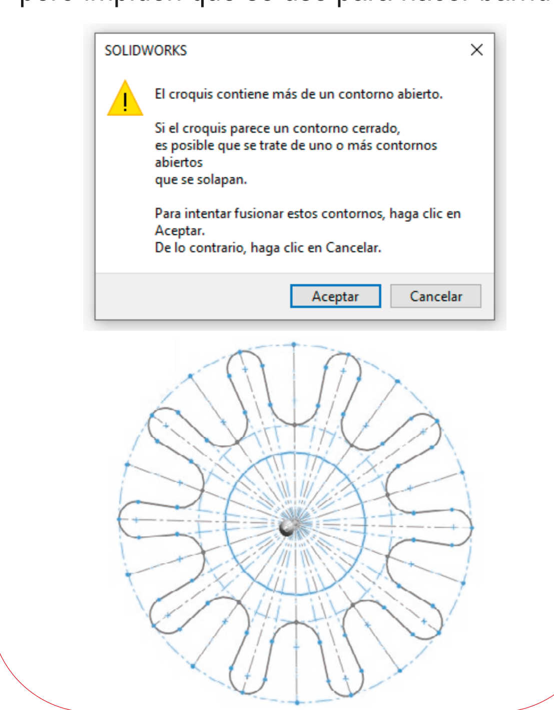


Tipos de replicado: Patrones 2D

Definición
Tipos
Patrones 2D
Patrones 3D
Conciso
Rúbricas

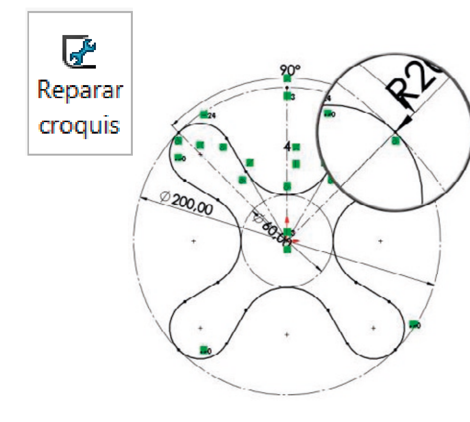
2 Hay errores cuando los redondeos hacen que los puntos que deberían estar encadenados aparezcan superpuestos pero no fusionados

Los errores no son visibles en el croquis, pero impiden que se use para hacer barridos



Repare el croquis para detectar y fusionar esos puntos

√ Busque los puntos defectuosos con ayuda de las herramientas disponibles en la aplicación CAD



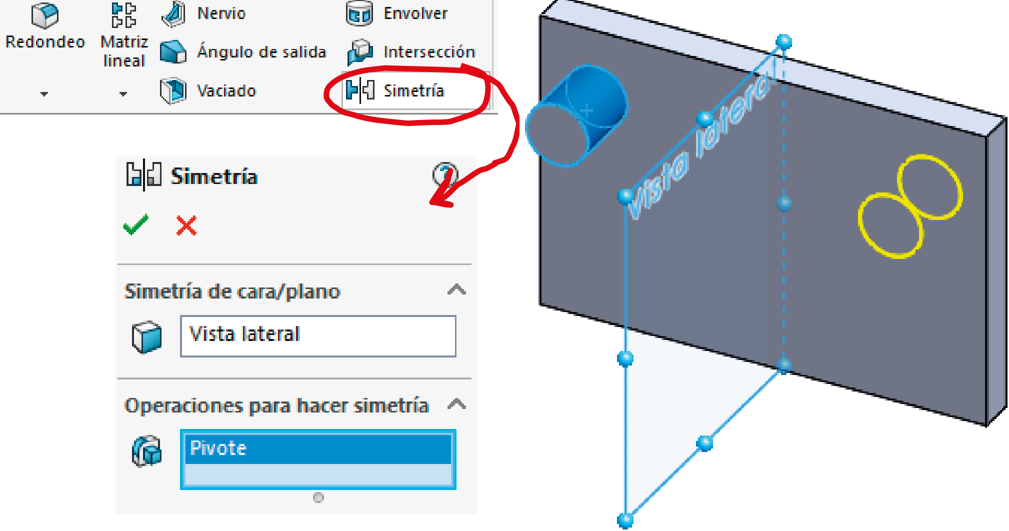
√ Alternativamente, recorte y vuelva a alargar los vértices potencialmente conflictivos

Para aplicar simetría a operaciones:

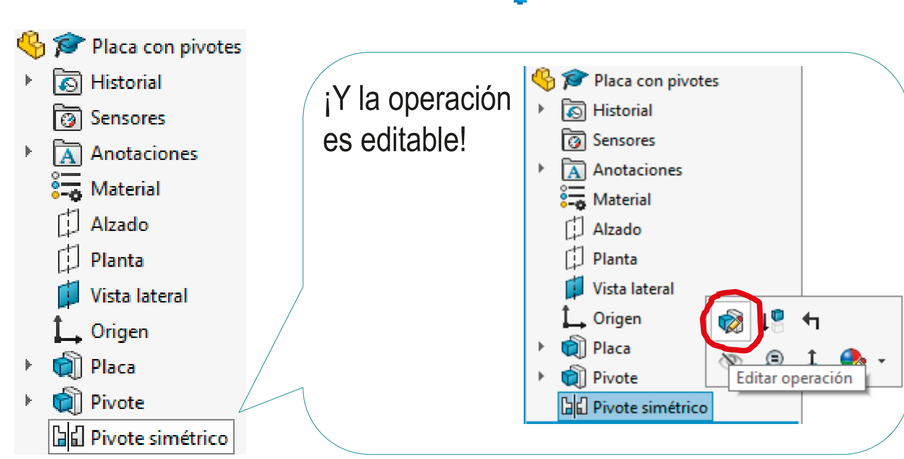
√ Seleccione *Simetría*

√ Seleccione el plano de simetría

√ Seleccione la operación original



¡Observe que queda constancia en el árbol del modelo!

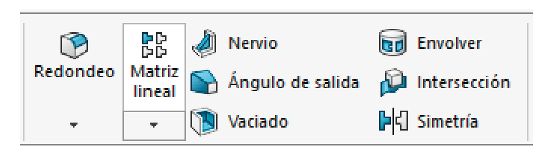


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

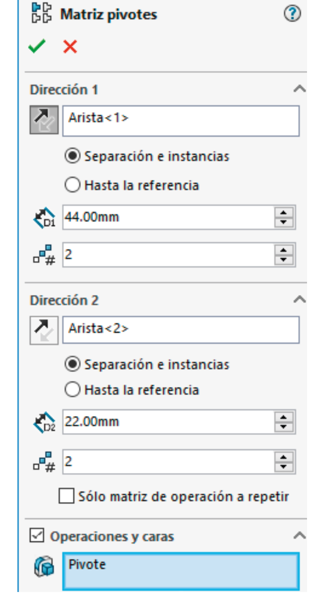
Para aplicar patrones a operaciones:

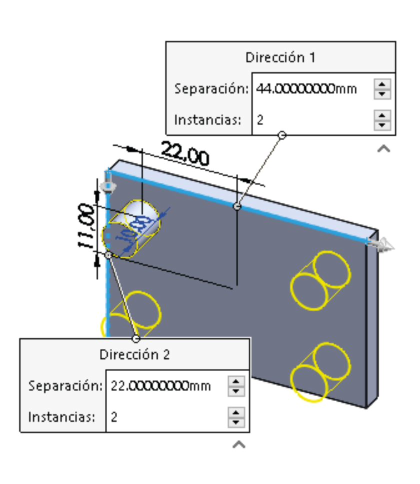
- √ Seleccione la operación *Matriz lineal*

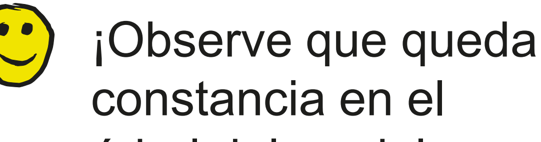


- √ Introduzca los parámetros del patrón

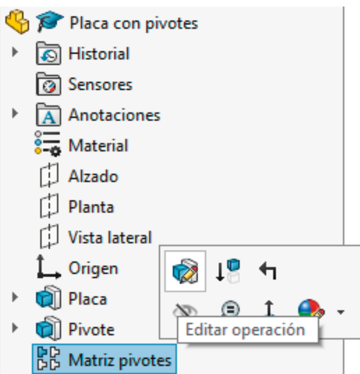
- √ Seleccione la operación original







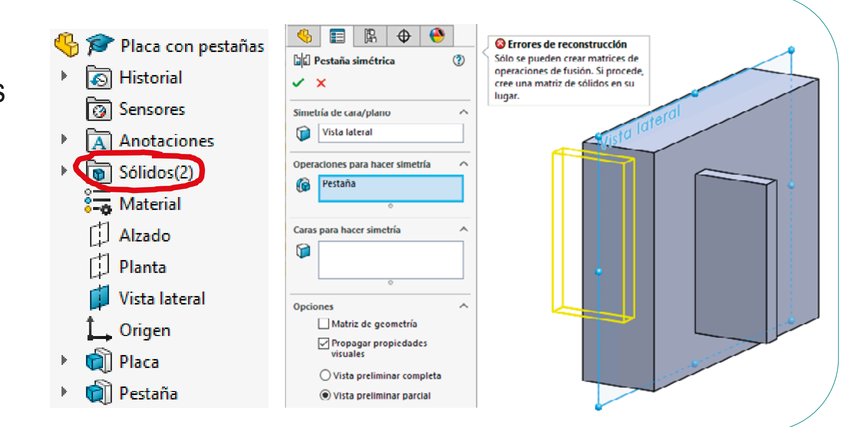
¡Observe que queda constancia en el árbol del modelo, y se puede editar!



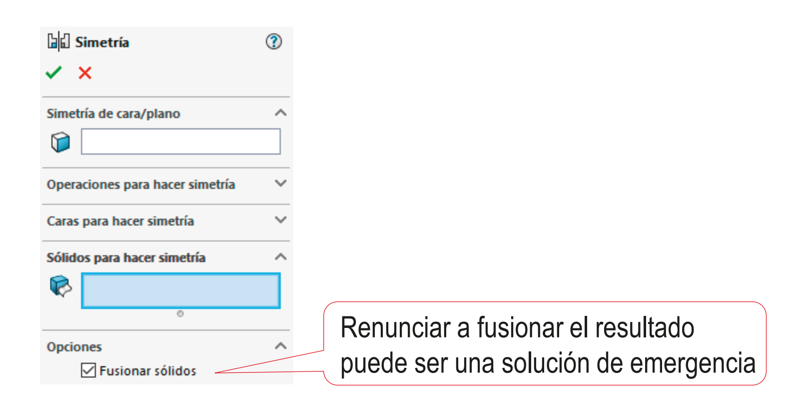


Las aplicaciones CAD pueden tener dificultades para fusionar en un único sólido los componentes de un patrón 3D

Dificultades usualmente debidas a pequeños fallos en la colocación de los componentes replicados, que provocan grietas que fragmentan el cuerpo resultante en sólidos separados



Aplicar los patrones a *sólidos*, en lugar de a *operaciones*, puede disminuir el riesgo de fallos al fusionar



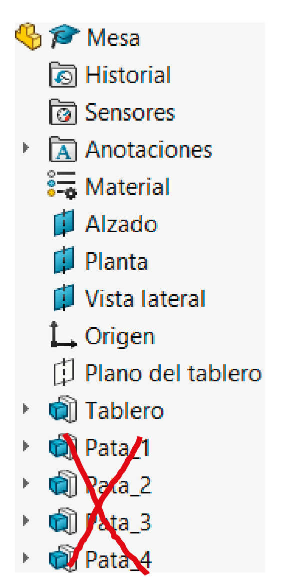
Renunciar a fusionar el resultado puede ser una solución de emergencia

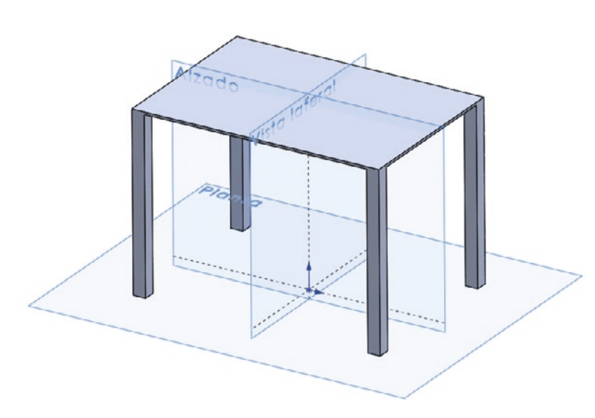
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelo conciso

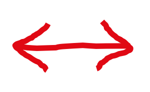
Un modelo es conciso si usa patrones de replicado para evitar que se cree cada elemento repetitivo desde el principio





Las operaciones de replicado se pueden hacer en 2D o en 3D

Para mayor concisión, se debe elegir el replicado en 2D como opción más rápida



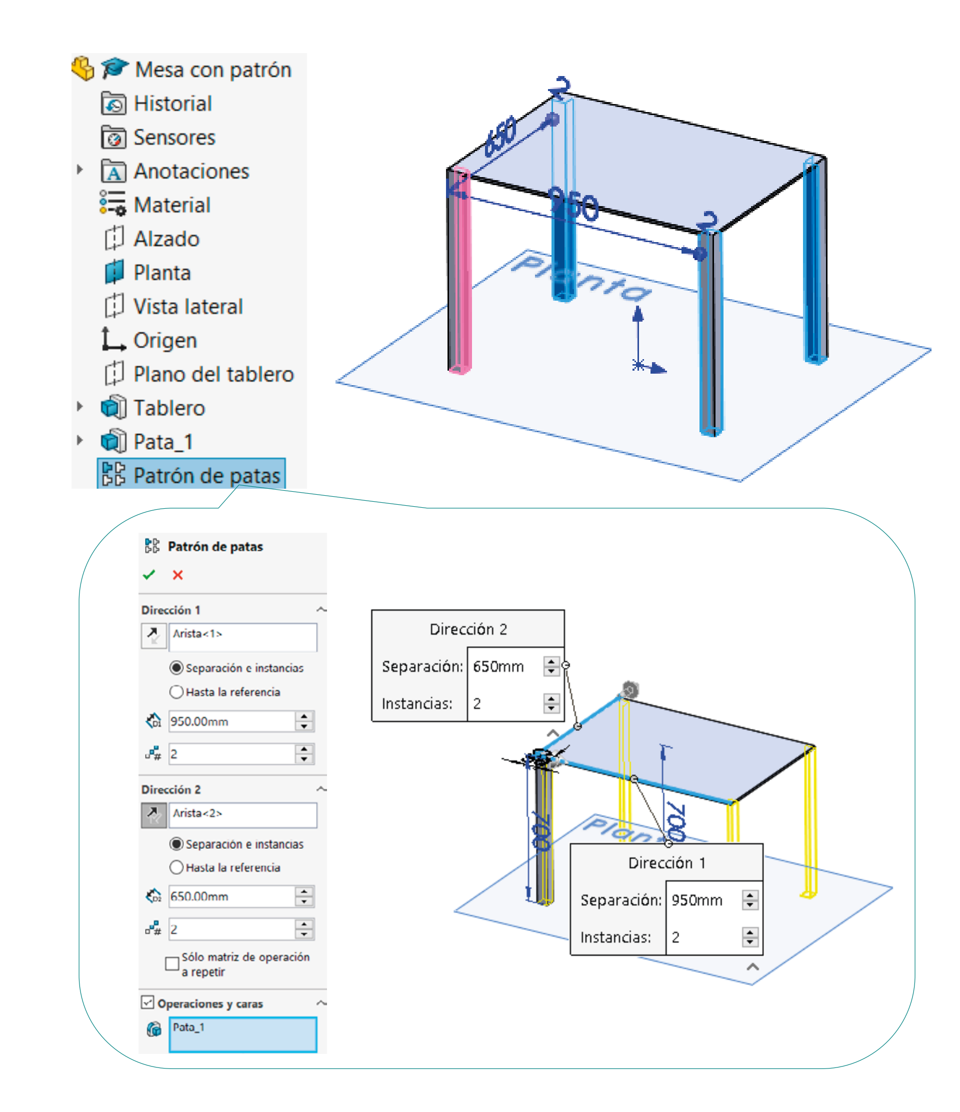
Veremos más adelante que se requiere un compromiso entre concisión e intención de diseño…

Recomendación:

√ Siempre que sea posible, es mejor replicar en 3D!

En algunos casos deberá elegir entre patrones y simetrías:

- El patrón lineal es el camino más corto para obtener las patas de la mesa

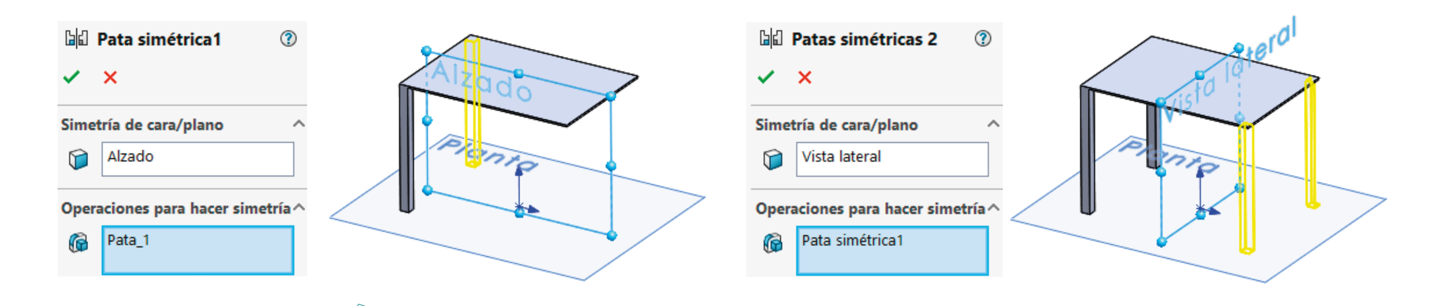


ISBN: 978-84-18432-81-1

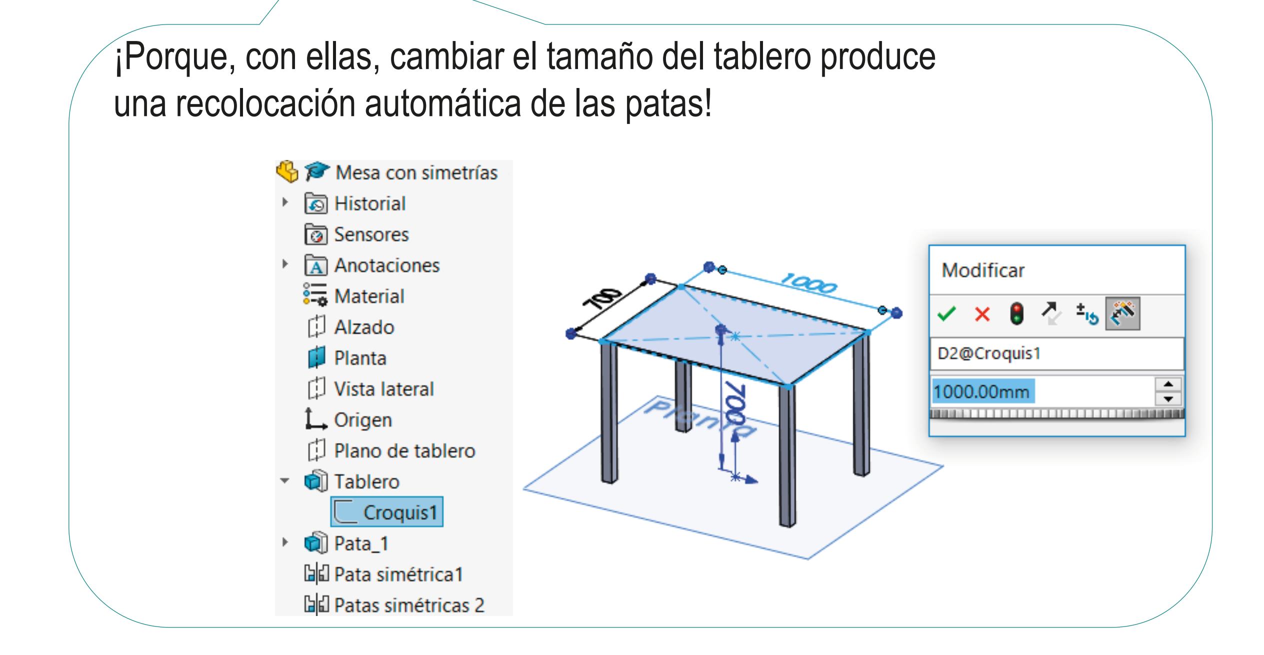
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelo conciso

√ Pero la intención de diseño se transmite mejor con simetrías



¡Porque, con ellas, cambiar el tamaño del tablero produce una recolocación automática de las patas!



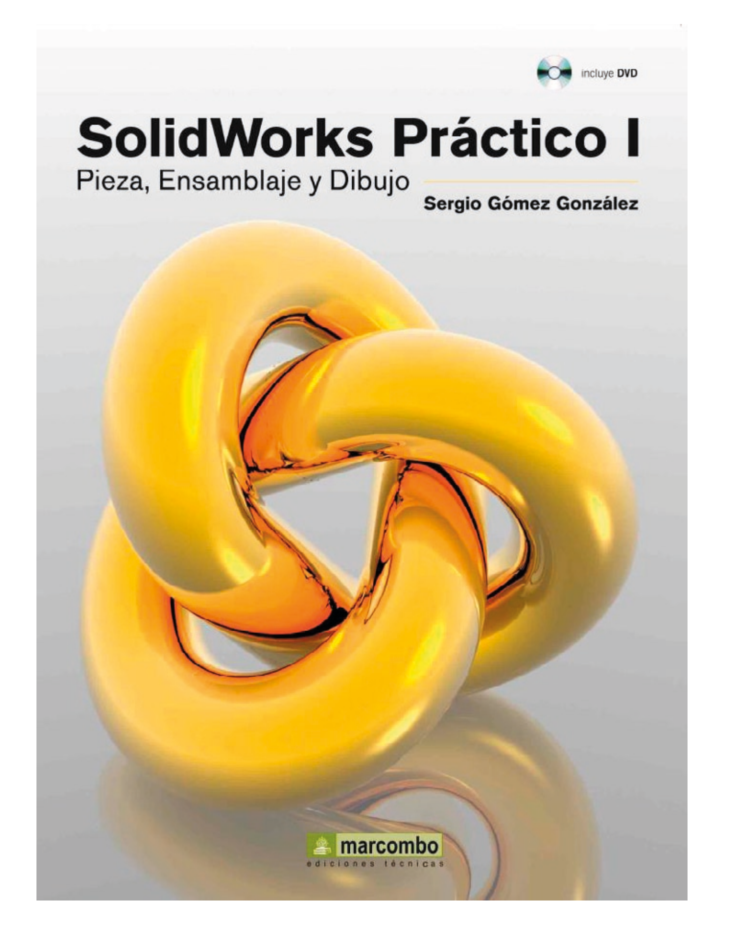
Los criterios vistos en las lecciones anteriores para evaluar si el modelo es conciso se completan al evaluar el uso de patrones y simetría:

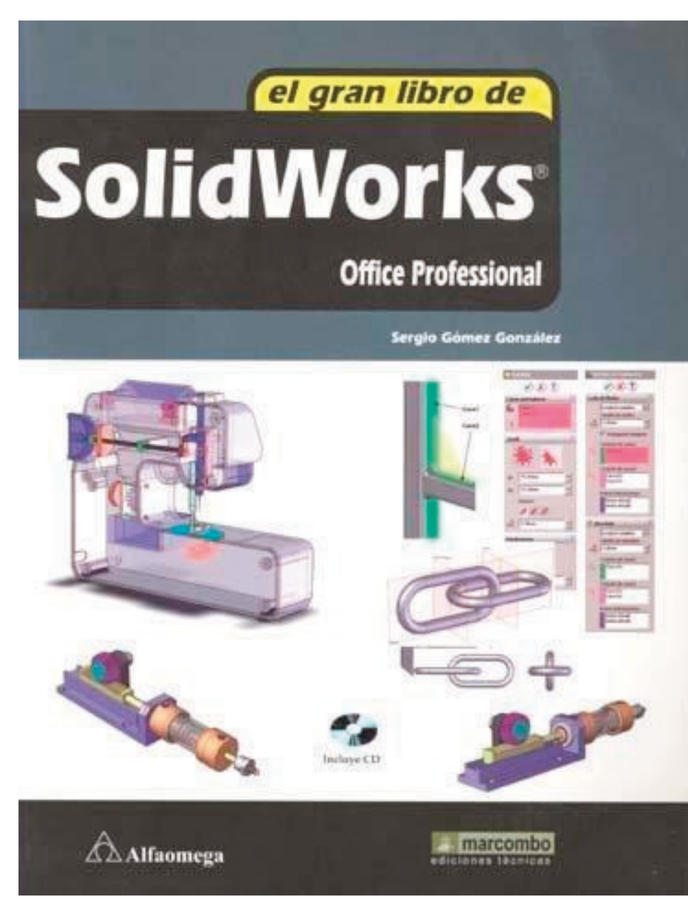
#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / siempre
M4	**El modelo es conciso**					
M4.1	El modelo está libre de restricciones, operaciones de modelado o datums repetitivos o fragmentados					
M4.1a	Los perfiles están libres de restricciones repetitivas o fragmentadas					
M4.1b	El modelo está libre de operaciones de modelado repetitivas o fragmentadas					
M4.1c	El modelo está libre de datums repetitivos o fragmentados					
M4.2	Las operaciones de replicado basadas en patrones (trasladar-y-repetir, girar-y-repetir y simetría) se usan cuando es posible					
M4.2a	Las operaciones de patrones (trasladar-y-repetir, rotar-y-repetir) se usan cuando es posible					
M4.2b	Las operaciones de simetría se usan cuando es posible					

ISBN: 978-84-18432-81-1

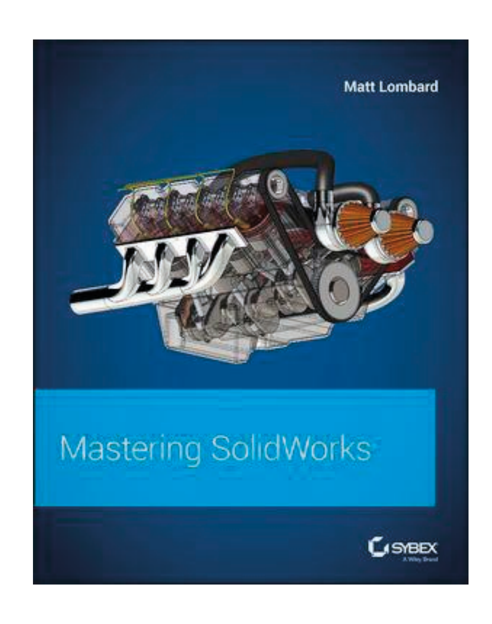
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para repasar

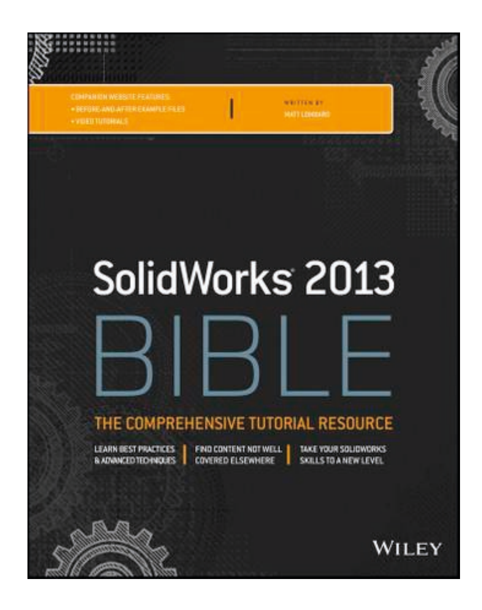




Para repasar



Chapter 9: Patterning and Mirroring

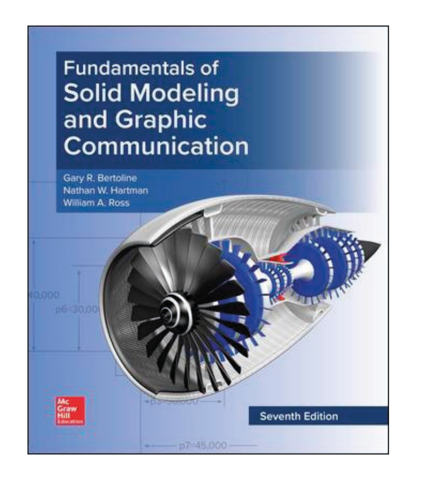


Chapter 9: Patterning and Mirroring

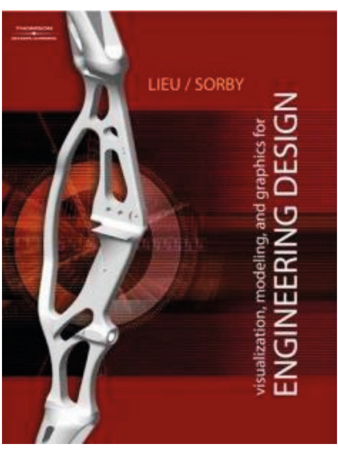
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para repasar



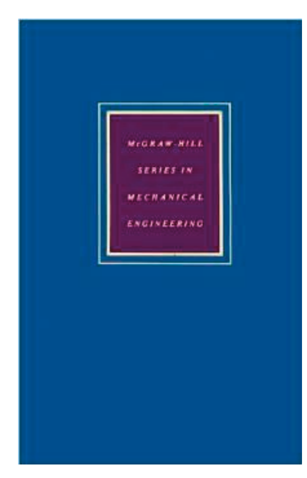
Chapter 4: Feature-Based Modeling



Chapter 6: Solid Modeling



2. La modellazione di parti in SolidWorks



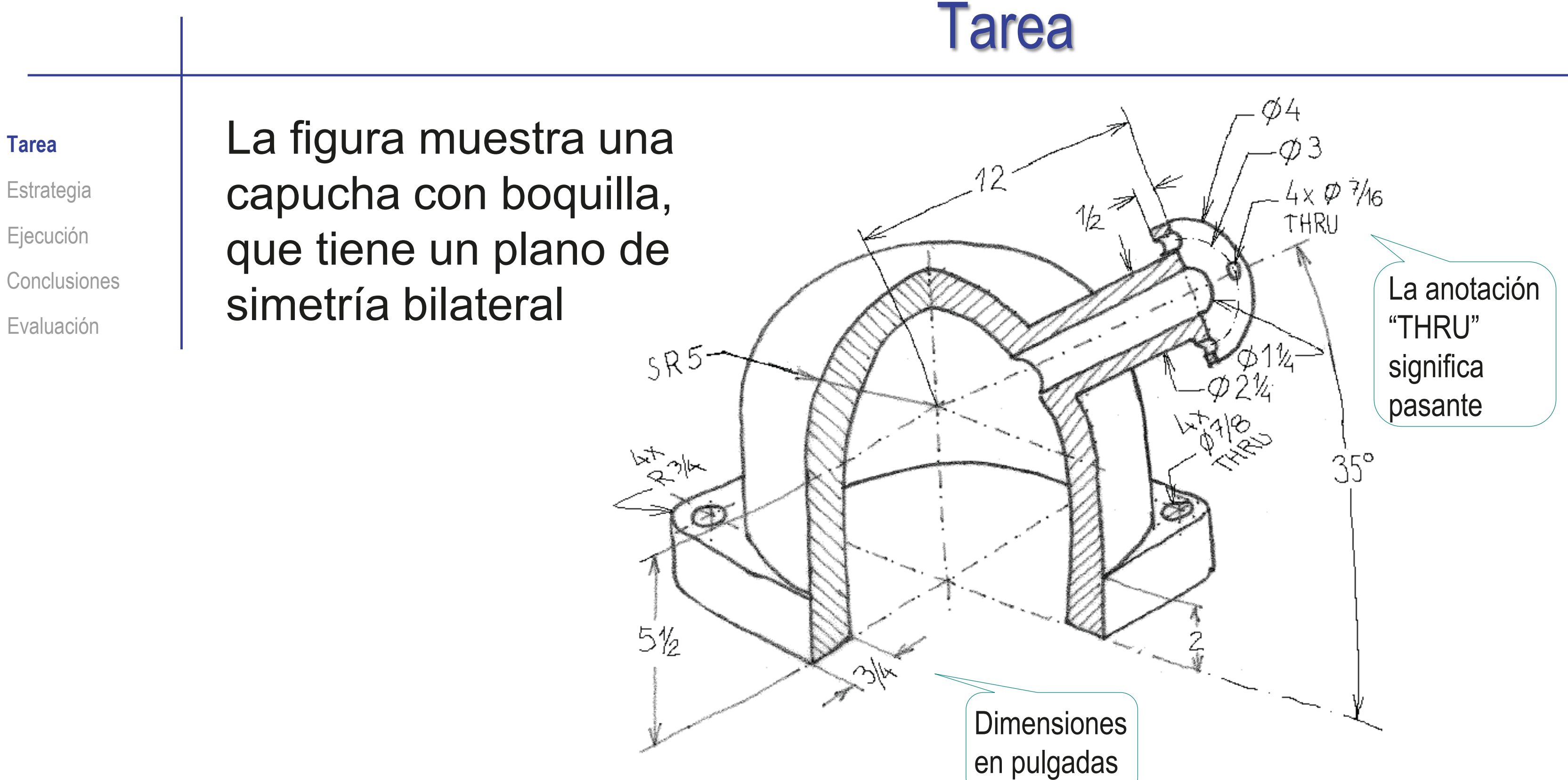
Ibrahim Zeid
CAD/CAM Theory and Practice
McGraw-Hill, 1991

Chapter 7. Types and Mathematical Representations of Solids

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejercicio 1.5.1. Capucha con boquilla



Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

La figura muestra una capucha con boquilla, que tiene un plano de simetría bilateral

Sub-tareas:

A Obtenga el modelo sólido de la capucha con boquilla

B Edite el modelo, cambiando el diámetro de la parte esférica de la capucha, desde 5 hasta 7 pulgadas, y cambiando el ángulo de la boquilla desde 35° hasta 20°

Estrategia

1 Modele la capucha esférica

2 Modele la base

- Modele una de las alas
- Use un patrón circular para replicar el ala



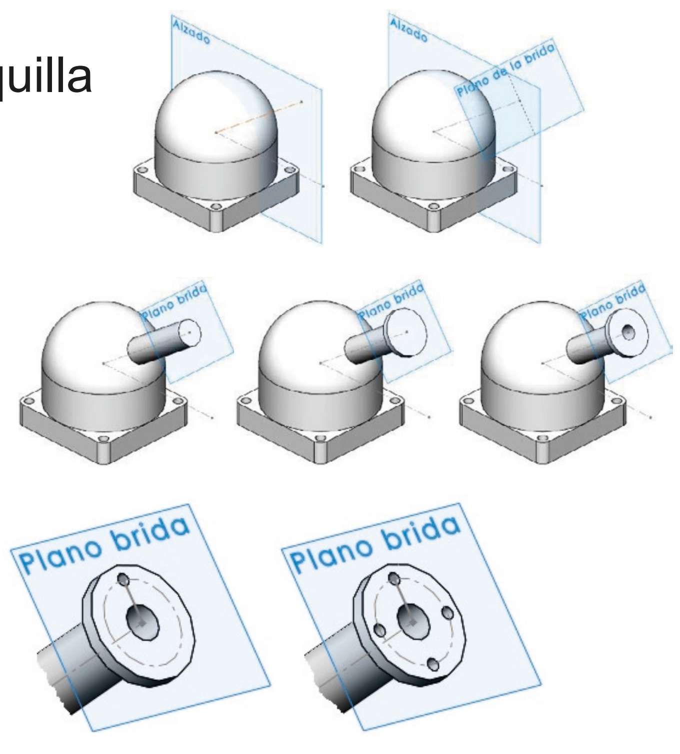
3 Cree datums para colocar la boquilla

- Defina el eje de la boquilla
- Defina el plano de la brida

4 Extruya la boquilla y su brida

5 Añada los agujeros de la brida

- Cree la plantilla de los agujeros
- Añada un agujero
- Use las plantilla para replicar el agujero



Estrategia

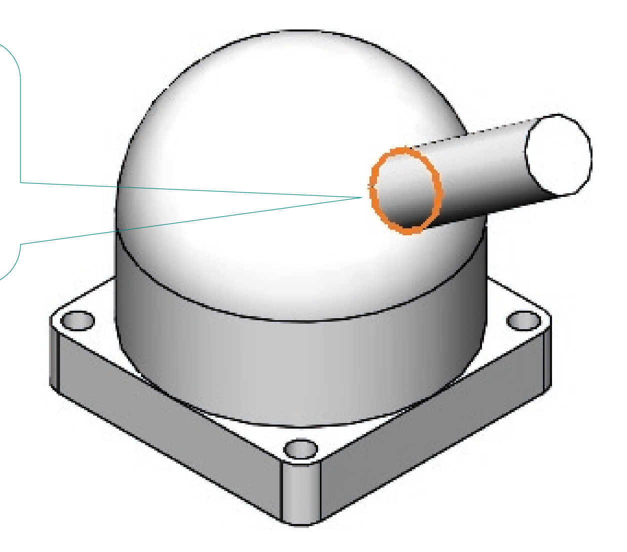
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación



Note que incluso las superficies más comunes pueden intersectarse produciendo curvas complejas

¡Por tanto, es importante crear datums que permitan extruir la boquilla desde fuera hacia dentro!

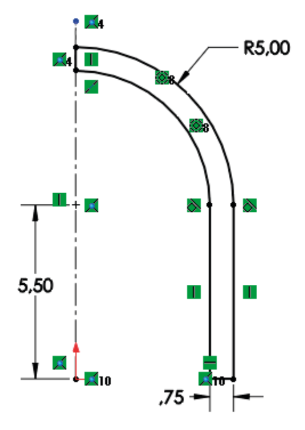
¡Extruyendo *Hasta el siguiente*, la aplicación (no el usuario) calcula la intersección entre el cilindro y la esfera!

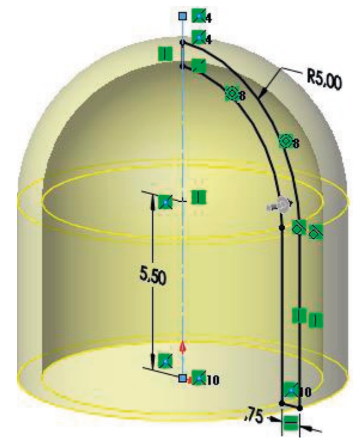


Modele la capucha esférica

√ Use el alzado (Datum 1) para croquizar el perfil

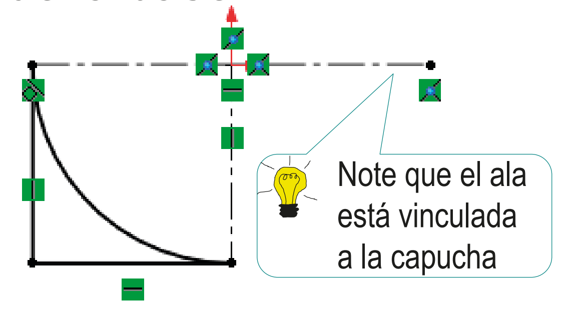
√ *Aplique una revolución para obtener la capucha*





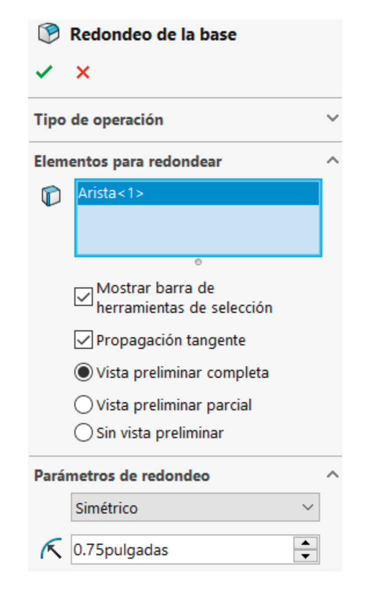
Modele un ala de la base

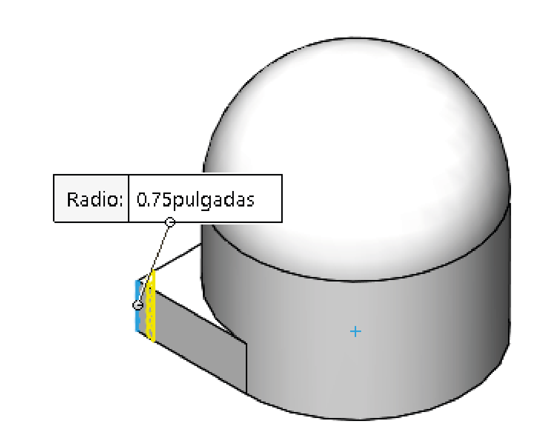
√ Use la planta (Datum 2) para croquizar el perfil



√ *Extruya*

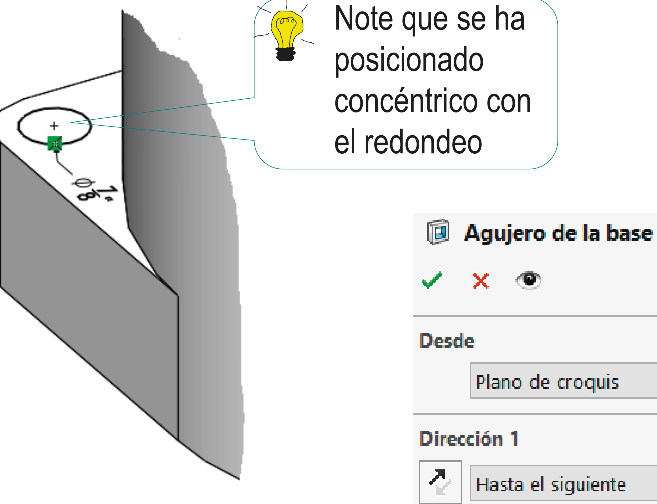
Añada el redondeo

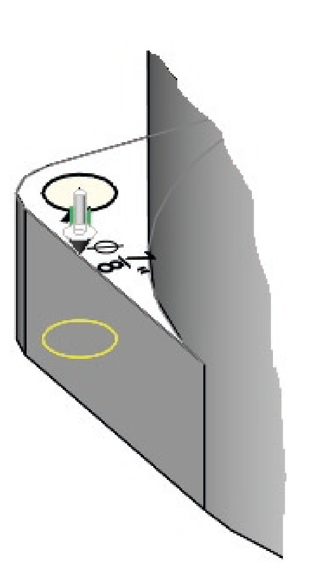




Añada el agujero

- Use la cara superior de la base como datum al vuelo (Datum 3)
- Extruya en corte

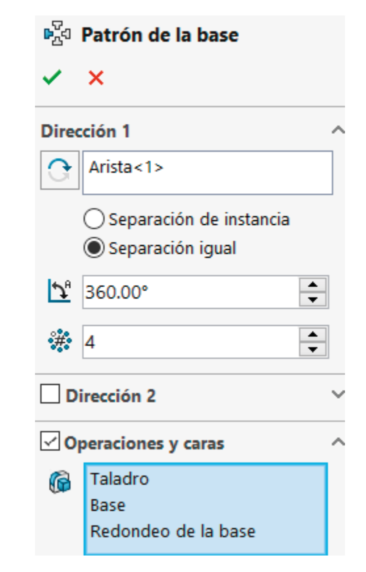


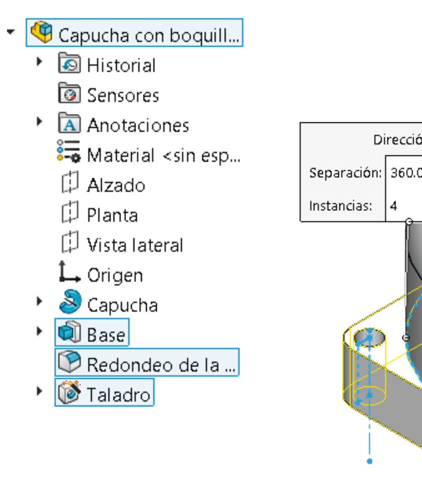


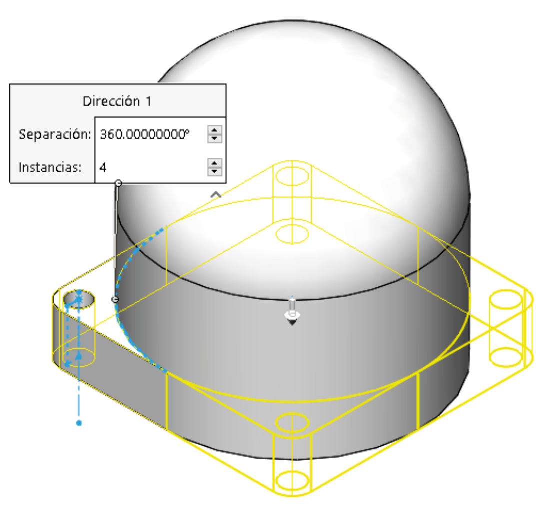
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Replique el ala mediante un patrón circular

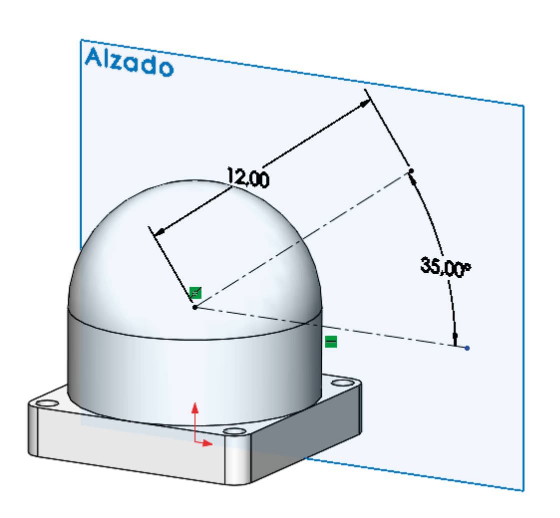






Defina el eje de la boquilla (Datum 4)

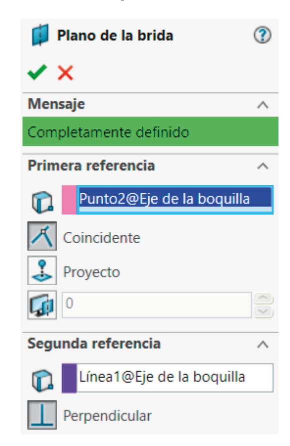
- Use el alzado (Datum 1)
- Dibuje y restrinja el croquis del eje

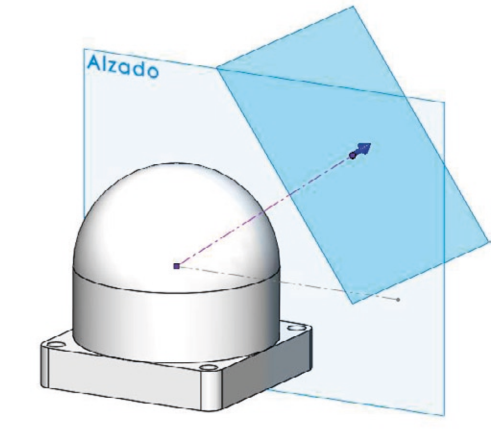


Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Defina el plano de la brida (Datum 5)

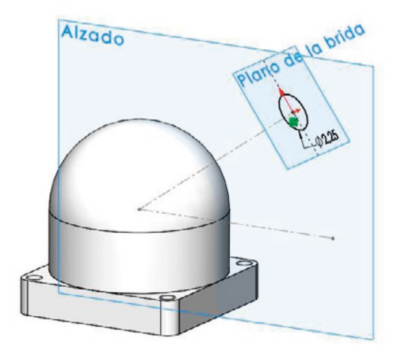
- Pasando a través del punto final del eje de la boquilla (Datum 3)
- Perpendicular al eje

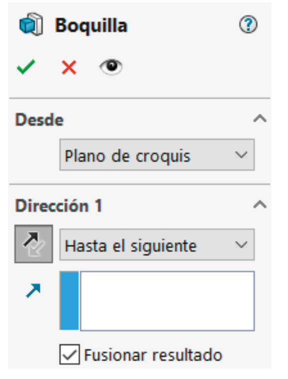


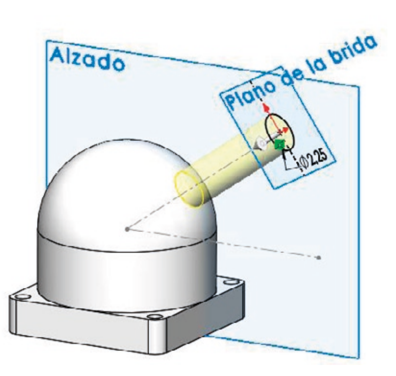


Modele la boquilla

- Croquice el perfil en el plano de la brida (Datum 4)
- Extruya hasta el siguiente

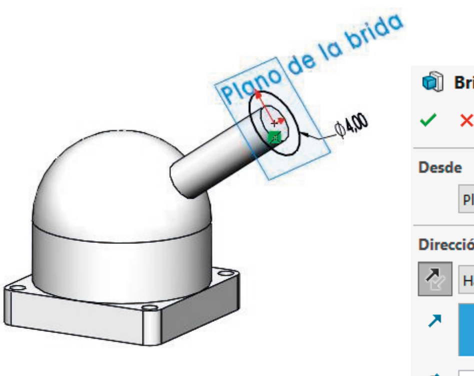


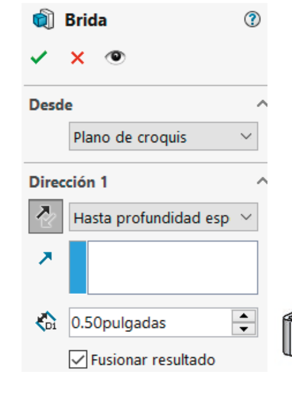


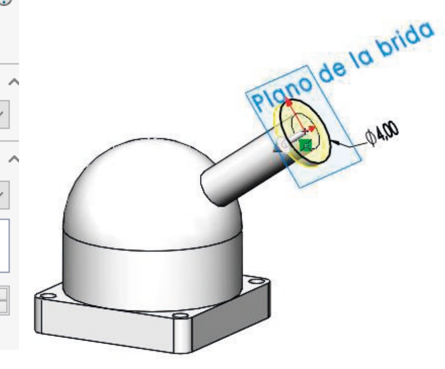


Modele la brida

√ Croquice el perfil en el plano de la brida (Datum 4)

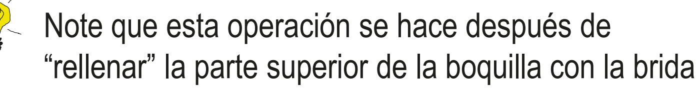




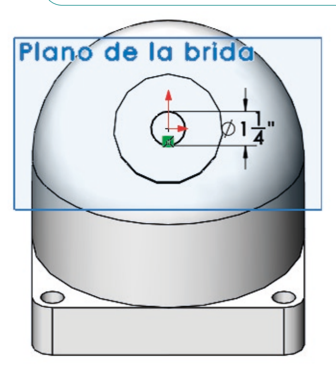


√ Extruya

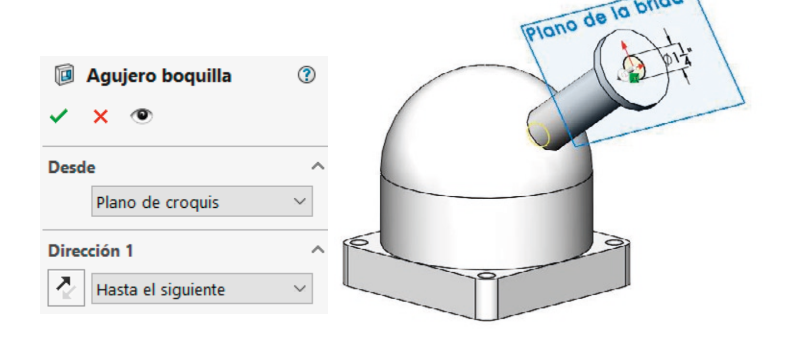
Añada el agujero de la boquilla



√ Croquice el perfil en el plano de la brida (Datum 4)



√ Extruya en corte



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

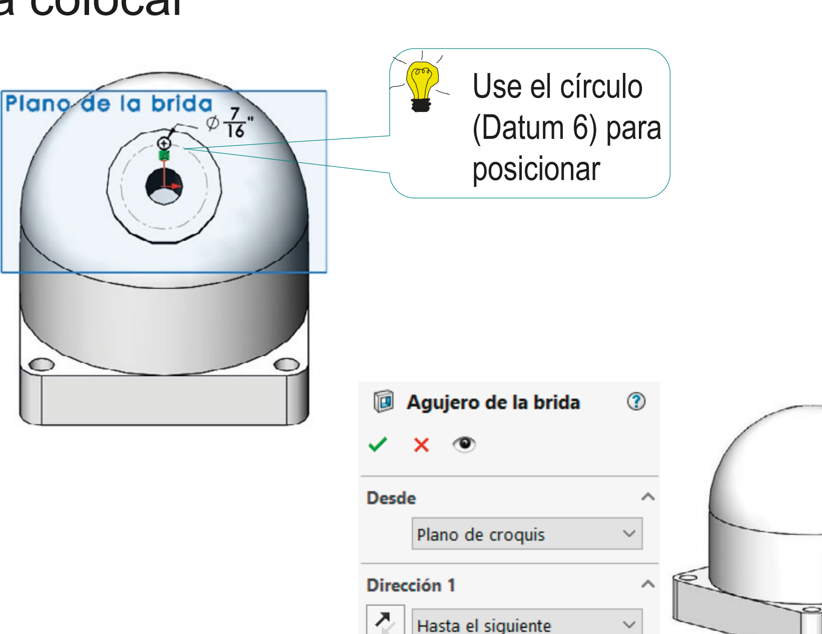
Añada el círculo para posicionar los agujeros (Datum 6)

√ Dibuje el perfil en el plano de la brida (Datum 5)

Use el Datum 6 para colocar el primer agujero

√ Use el plano de la brida (Datum 5) como datum para dibujar el contorno circular del agujero

√ Extruya en corte

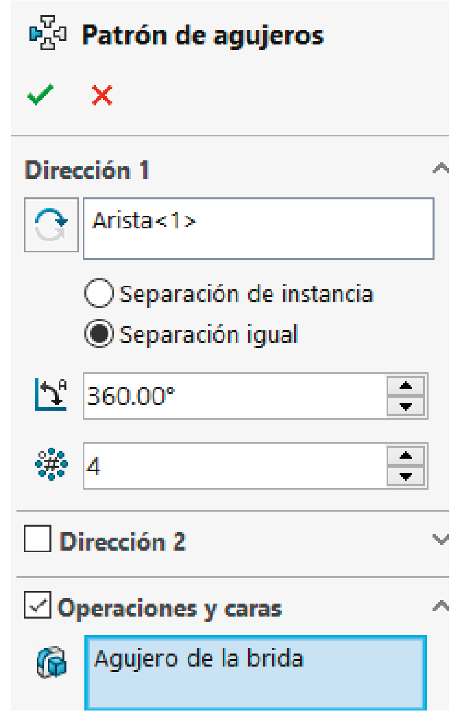


ISBN: 978-84-18432-81-1

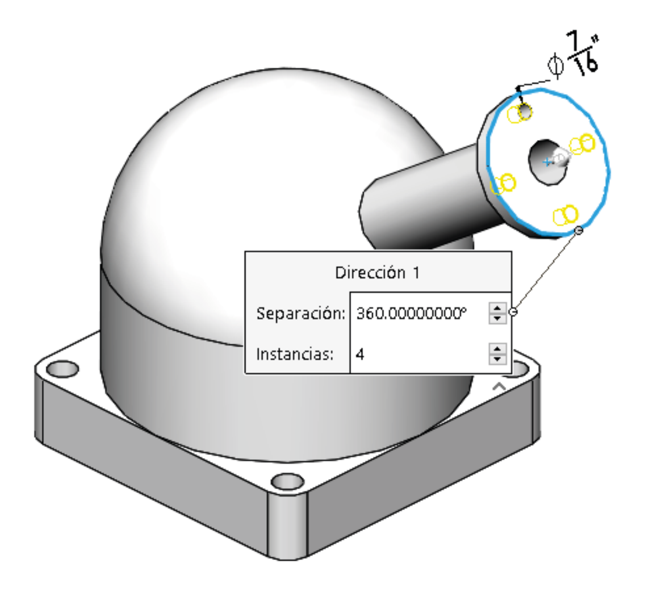
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

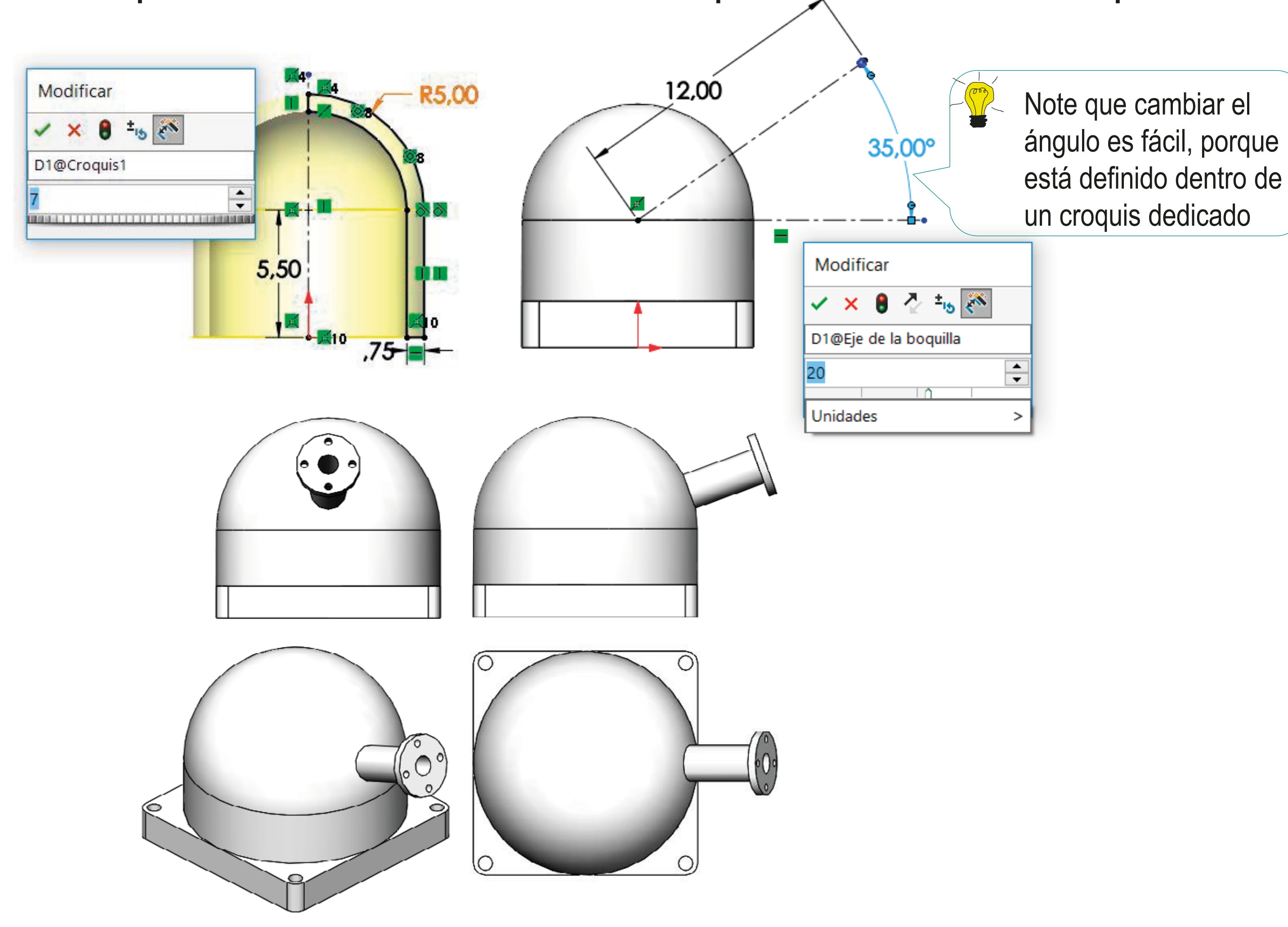
Replique el agujero con un patrón circular



Capucha con boquilla (...
Historial
Sensores
Anotaciones
Material <sin especif...
Alzado
Planta
Vista lateral
Origen
Capucha
Base
Redondeo de la base
Agujero de la base
Patrón de la base
Eje de la boquilla
Plano de la brida
Boquilla
Brida
Agujero boquilla
Plantilla de taladros ...
Agujero de la brida



Para la segunda sub-tarea, compruebe que se pueden hacer los cambios pedidos sin causar errores ni producir formas inesperadas



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

1. Los datums son útiles para construir un "andamio" del modelo

2. Los patrones de replicado y las simetrías son útiles para simplificar el modelo, y transmitir intención de diseño

3. Extruir "hasta el siguiente" es una buena estrategia para obtener las intersecciones complejas calculadas automáticamente

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Algunos aspectos de la evaluación han sido descritos en los ejercicios de las lecciones anteriores:

#	Criterio
M1	**El modelo es válido**
M2	**El modelo está completo**
M3	**El modelo es consistente**
M3.1	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas, y están completamente restringidos
M3.2	El modelo está bien vinculado al sistema global de referencia y a un conjunto de datums apropiados
M3.3	Todas las partes del modelo están correctamente fusionadas

Estos criterios pueden evaluarse como sigue:

- √ Aplique los procedimientos descritos en la lección 1.2 para el criterio M1
- √ Aplique los procedimientos descritos en la lección 1.3 para el criterio M2
- √ Aplique los procedimientos descritos en las lecciones 1.2 a 1.5 para evaluar el criterio M3

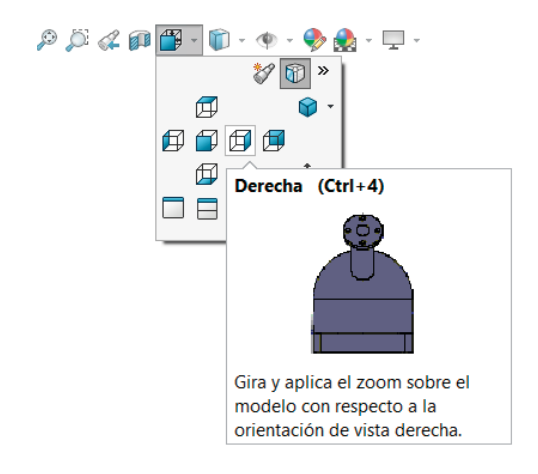
¡Vea las páginas siguientes!

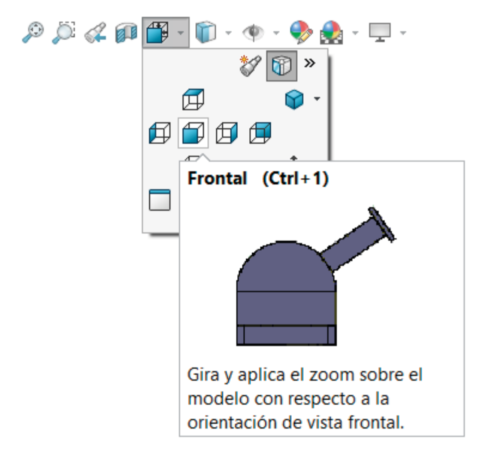
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

√ Utilice las vistas principales del menú de *Ver orientación*, para comprobar que el modelo está orientado cabeza arriba, en su posición de trabajo (M3.2)







ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

√ Los datums son útiles para “articular” el modelo (M3.2)

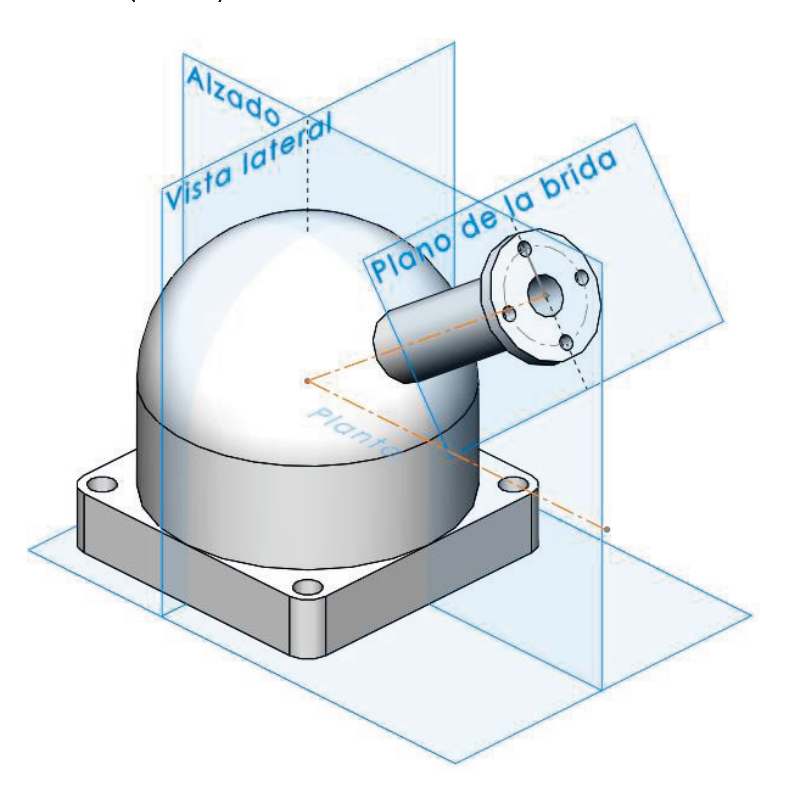
√ El capucho se produce desde el alzado (Datum 1)

√ La base se produce desde la planta (Datum 2)

√ Los agujeros de la base se producen desde su cara superior, mediante un datum al vuelo (Datum 3)

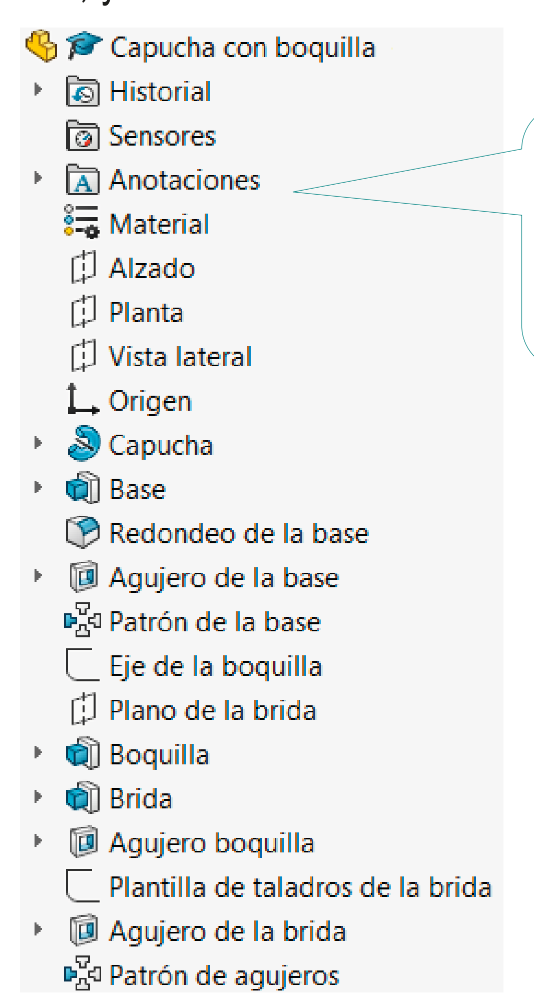
√ El eje (Datum 4) se usa para construir el plano de la brida (Datum 5)

√ El círculo de los agujeros (Datum 6) se usa para posicionarlos



Evaluación

√ Revisando el árbol del modelo, se comprueba que las partes se han fusionado, y el resultado es un único sólido (M3.3)



Cuando el modelo está fragmentado en diversos cuerpos, se muestra una carpeta de "*Sólidos*" en el árbol del modelo

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

Evalúe si el modelo es conciso:

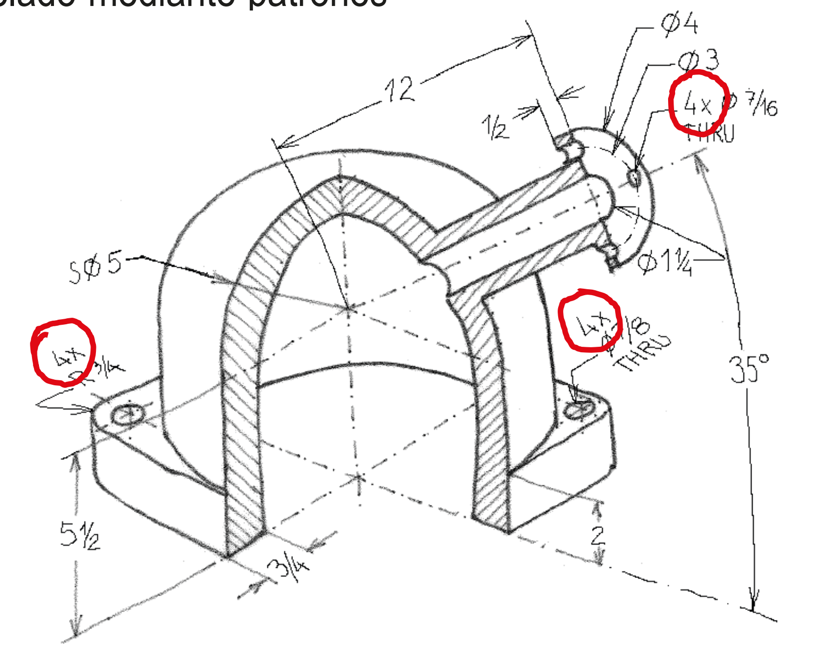
#	Criterio
M4	**El modelo es conciso**
M4.1	El modelo está libre de restricciones, operaciones de modelado o datums repetitivos o fragmentados
M4.1a	Los perfiles están libres de restricciones repetitivas o fragmentadas
M4.1b	El modelo está libre de operaciones de modelado repetitivas o fragmentadas
M4.1c	El modelo está libre de datums repetitivos o fragmentados
M4.2	Las operaciones de replicado basadas en patrones (trasladar-y-repetir, girar-y-repetir y simetría) se usan cuando es posible
M4.2a	Las operaciones de patrones (trasladar-y-repetir, rotar-y-repetir) se usan cuando es posible
M4.2b	Las operaciones de simetría se usan cuando es posible

√ Se cumple el criterio M4.1, porque no se detecta ninguna repetición ni fragmentación en el árbol del modelo

Capucha con boquilla
Historial
Sensores
Anotaciones
Material
Alzado
Planta
Vista lateral
Origen
Capucha
Base
Redondeo de la base
Agujero de la base
Patrón de la base
Eje de la boquilla
Plano de la brida
Boquilla
Brida
Agujero boquilla
Plantilla de taladros de la brida
Agujero de la brida
Patrón de agujeros

Evaluación

√ Se cumple el criterio M4.2, porque todos los elementos repetidos (marcado en el dibujo de diseño) se han modelado mediante patrones



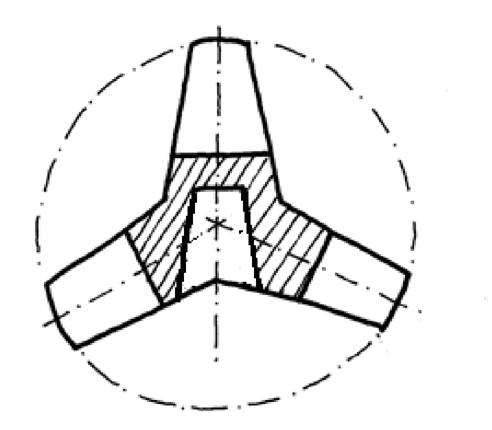
- Capucha con boquilla
  - Historial
  - Sensores
  - Anotaciones
  - Material
  - Alzado
  - Planta
  - Vista lateral
  - Origen
  - Capucha
  - Base
  - Redondeo de la base
  - Agujero de la base
  - Patrón de la base
  - Eje de la boquilla
  - Plano de la brida
  - Boquilla
  - Brida
  - Agujero boquilla
  - Plantilla de taladros de la brida
  - Agujero de la brida
  - Patrón de agujeros

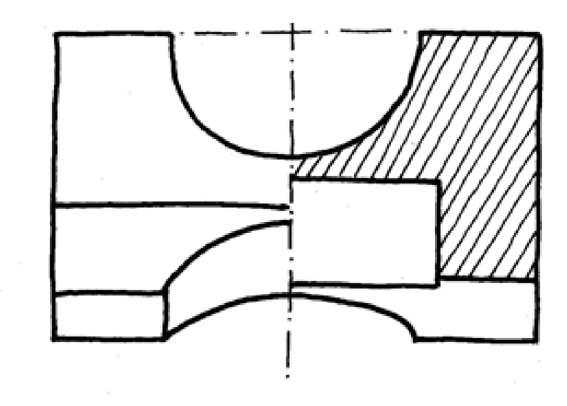
Y se ha modelado manteniendo el plano del alzado como plano de simetría bilateral de la pieza

Ejercicio 1.5.2. Separador de lóbulos para armaduras

Tarea

En la figura se da una representación normalizada de un separador de tres lóbulos para armaduras de estructuras de hormigón armado





No se dispone de dimensiones exactas (la representación está croquizada), pero se pueden tomar medidas aproximadas sobre la figura, asumiendo que:

- √ Está aproximadamente a escala
- √ La pieza encaja en un cilindro de R16 x 34 mm

Tareas:


Obtenga el modelo sólido del separador


Modifique el modelo sólido para que tenga cinco lóbulos y no tenga ranura interior

Estrategia

Tarea

Estrategia

Ejecución

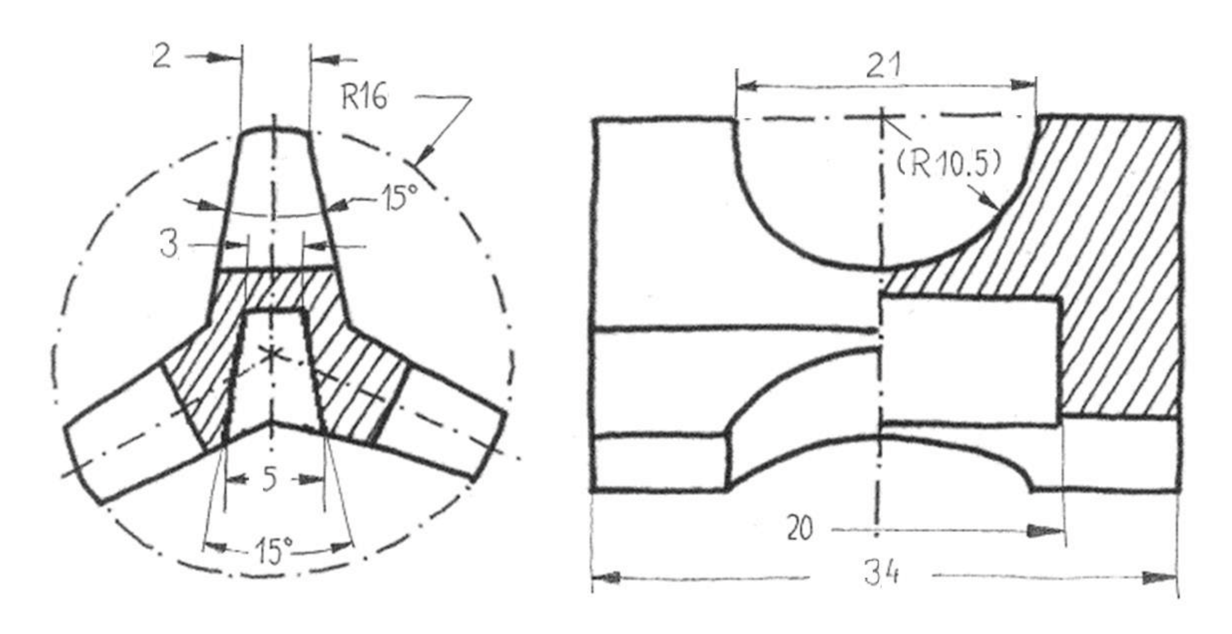
Conclusiones

Puesto que no se puede modelar con datos aproximados, el primer paso es fijar las medidas más probables:

- √ Tome medidas sobre el boceto
- √ Redondee las medidas, para hacerlas más simples y coherentes

¡La solución no puede ser única!

- √ Re-escale para encajar el objeto en las medidas dadas del cilindro que lo contiene

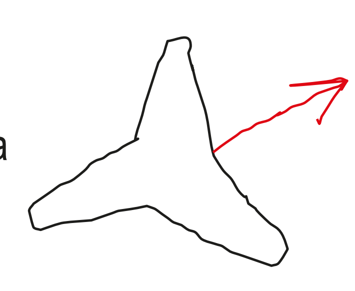


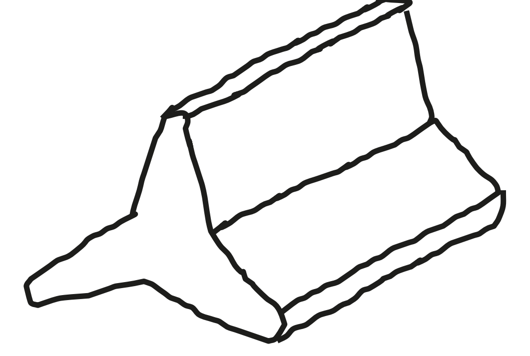
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

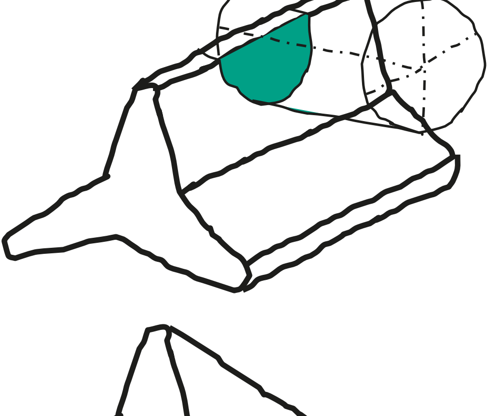
La estrategia de modelado es:

√ Dibuje el perfil en estrella y extuyalo

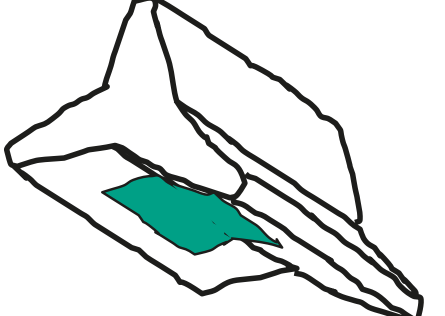




√ Extruya las ranuras cilíndricas



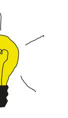
√ Extruya el vaciado inferior



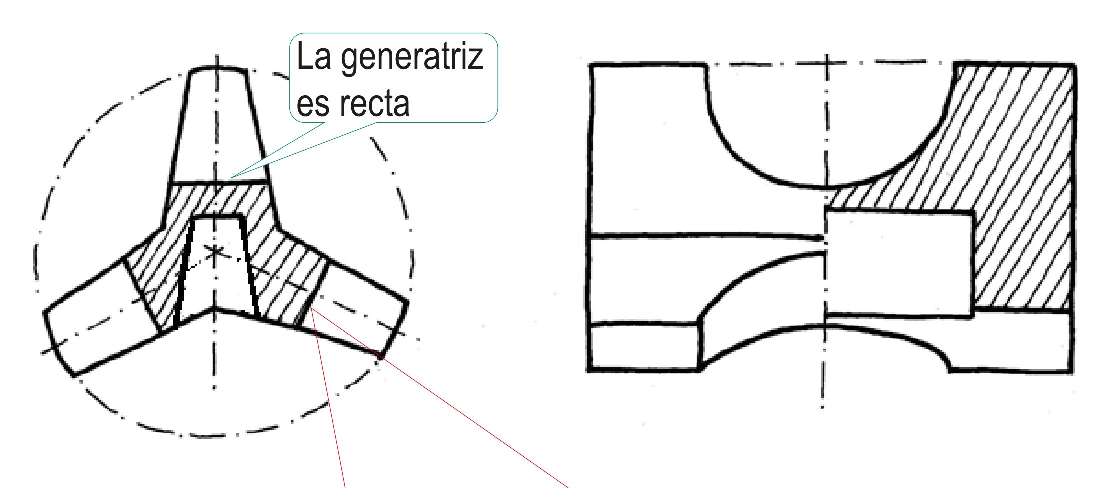
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

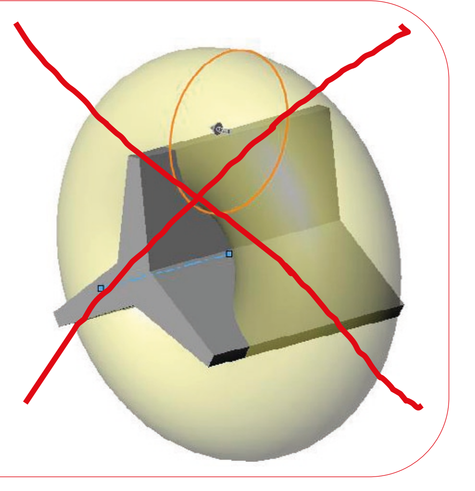
Estrategia



¡Observe que las ranuras son *cilíndricas*!



¡No es correcto construir las ranuras como si fueran parte de un vaciado toroidal

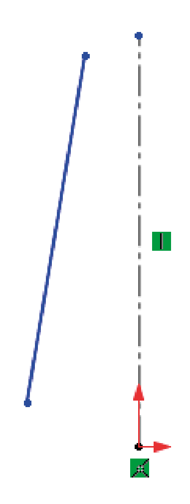


ISBN: 978-84-18432-81-1

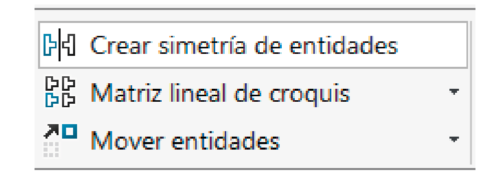
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

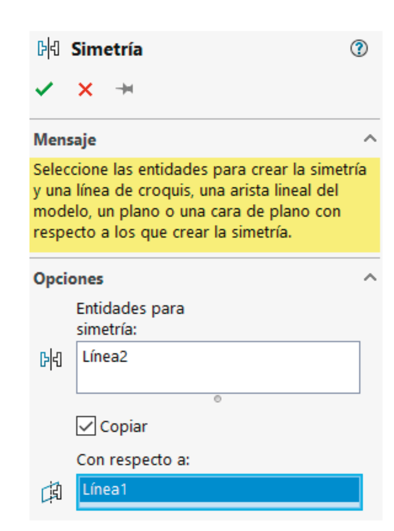
Dibuje el perfil en estrella:

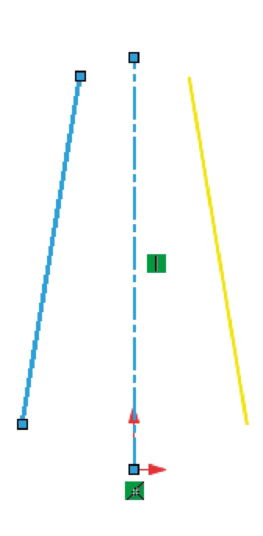
- Seleccione el alzado como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje un lado del brazo vertical



- Dibuje el otro lado por simetría







ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

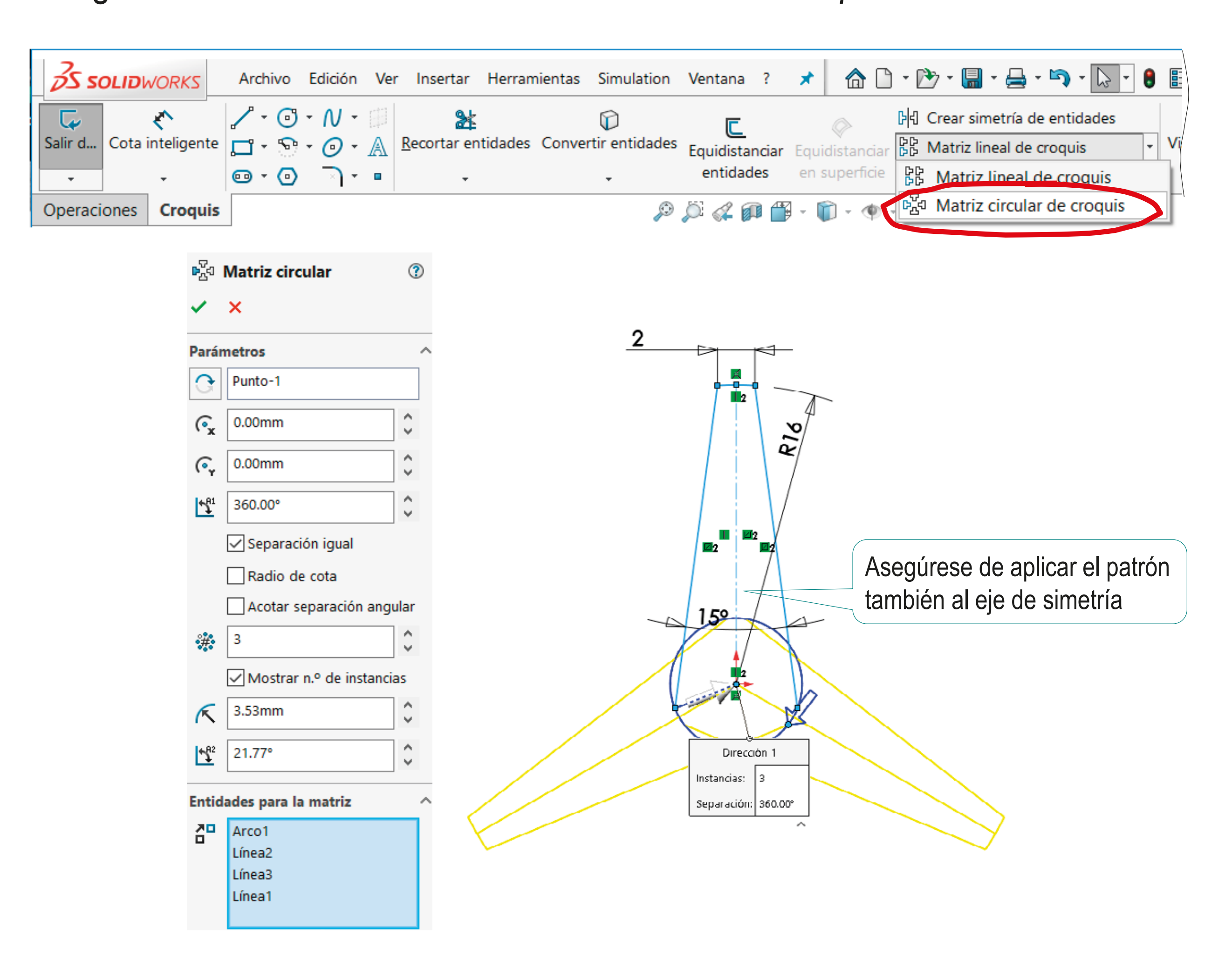
- Dibuje el arco superior

Arco

Tipo de arco

- Añada las restricciones restantes

√ Obtenga los otros dos brazos con *Matriz circular de croquis*



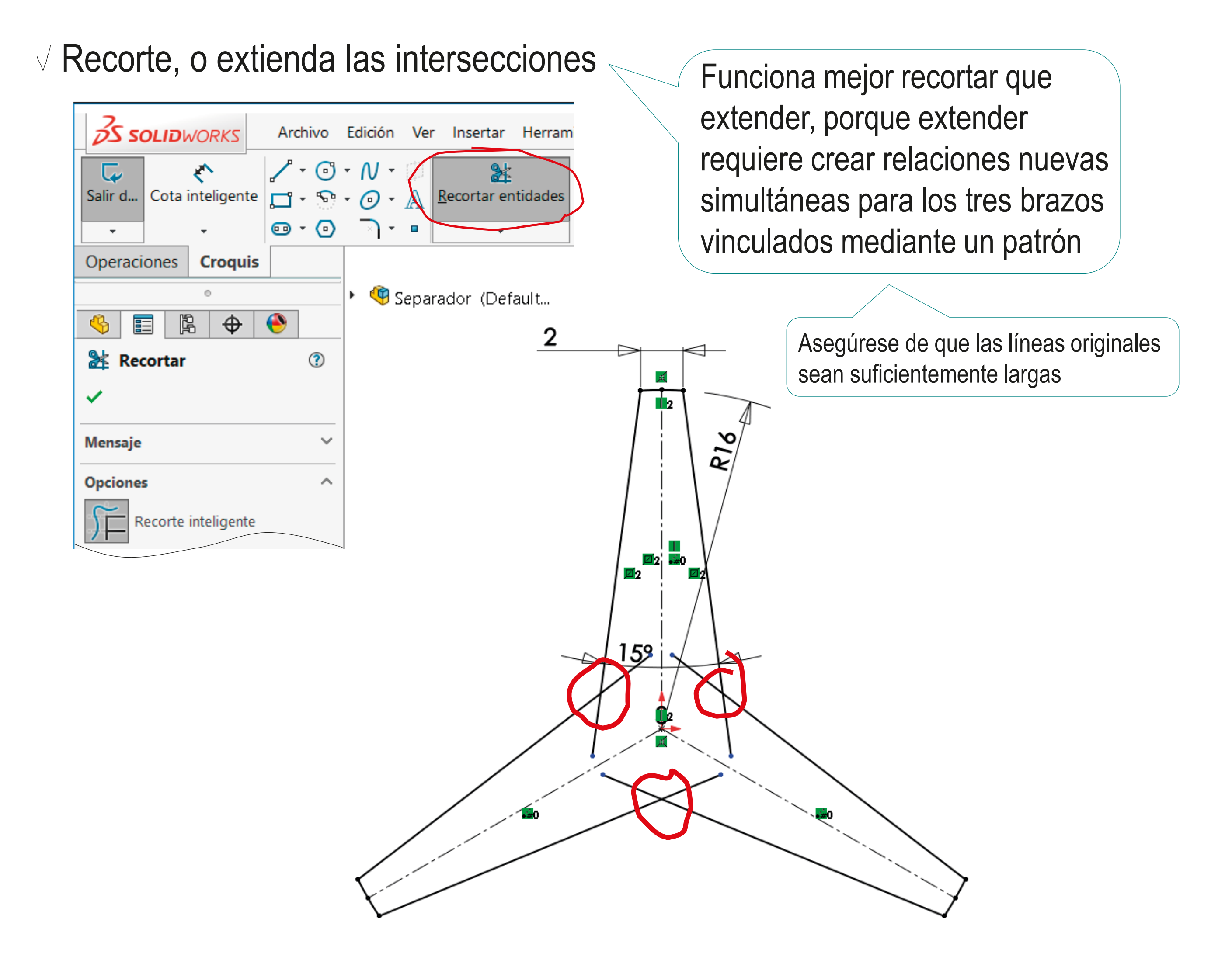
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Recorte, o extienda las intersecciones

Funciona mejor recortar que extender, porque extender requiere crear relaciones nuevas simultáneas para los tres brazos vinculados mediante un patrón

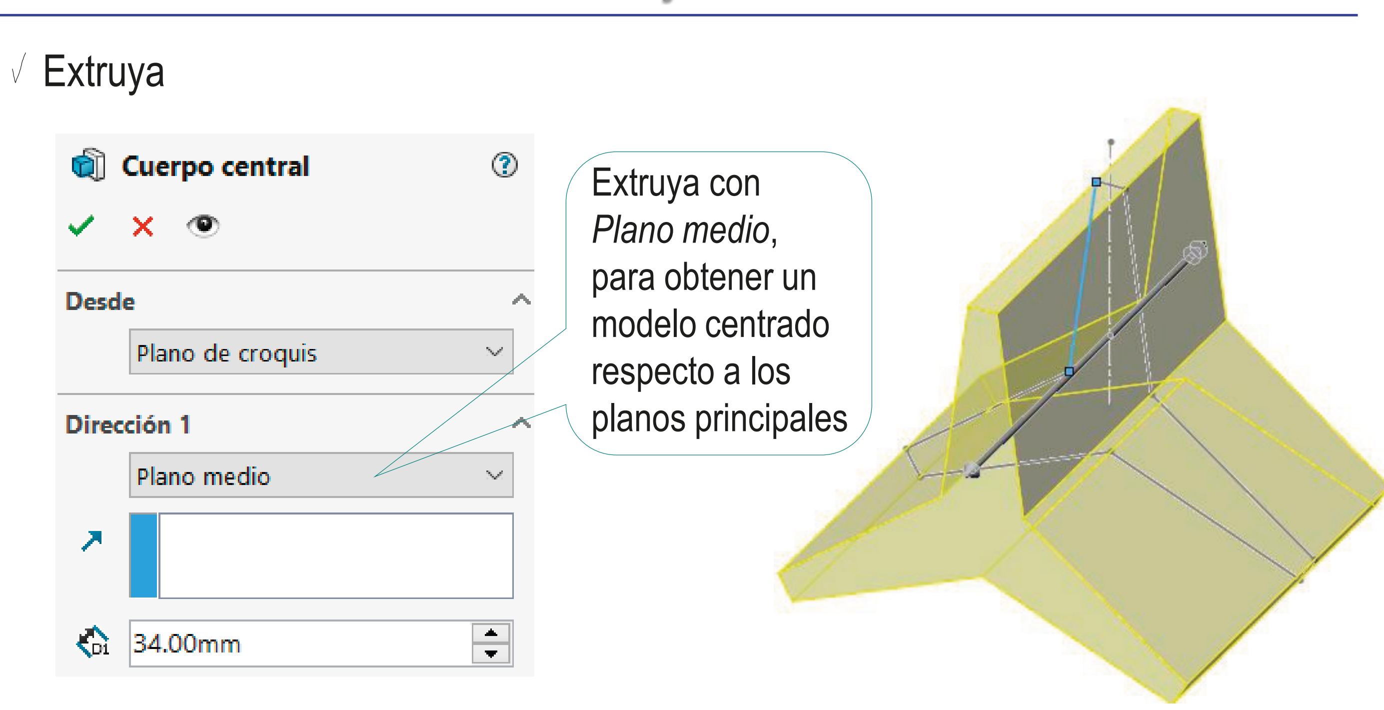
Asegúrese de que las líneas originales sean suficientemente largas



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Extruya



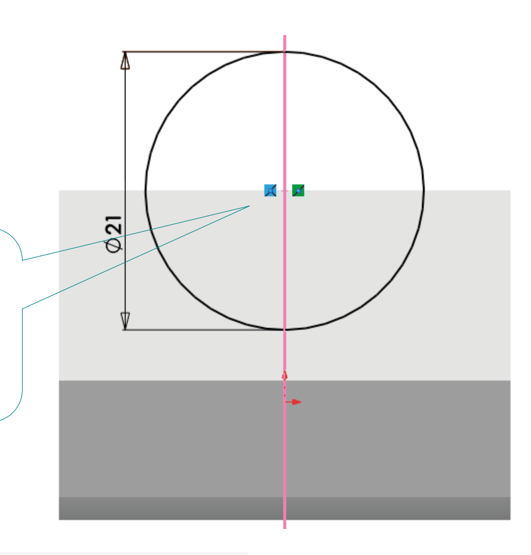
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

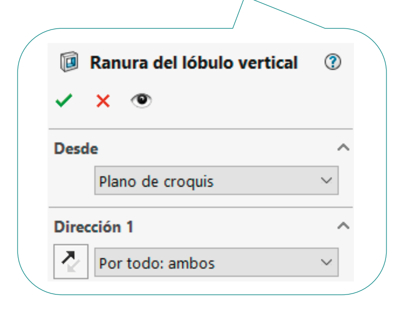
Añada la ranura cilíndrica:

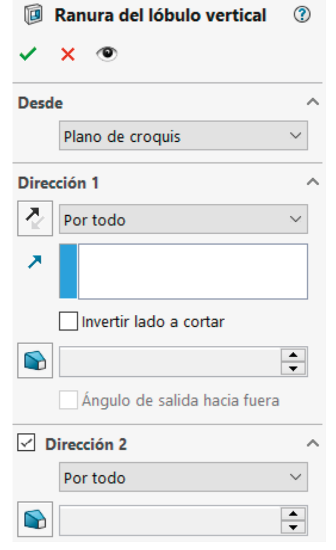
√ Dibuje un círculo en el plano lateral (Datum 2)

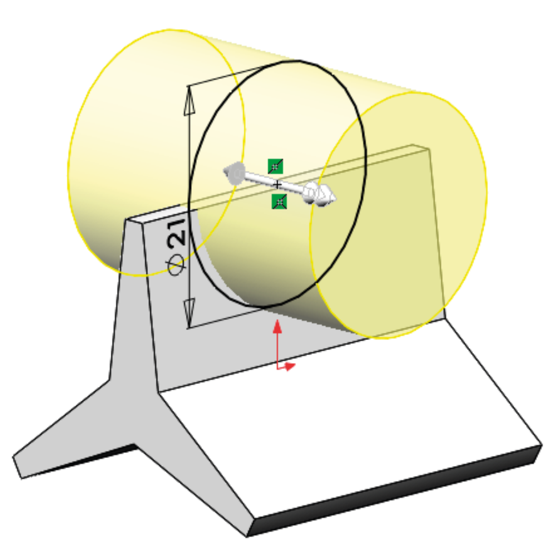
Añada restricciones para vincularlo al contorno y al plano de alzado



√ Aplique el vaciado por extrusión en dos direcciones (o a ambos lados)



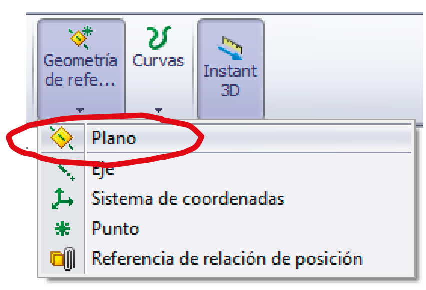




ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Obtenga un plano de referencia que contenga el origen y los puntos medios de los arcos (Datum 3)

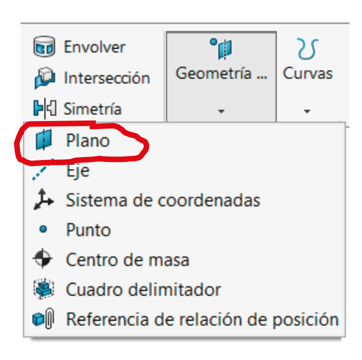


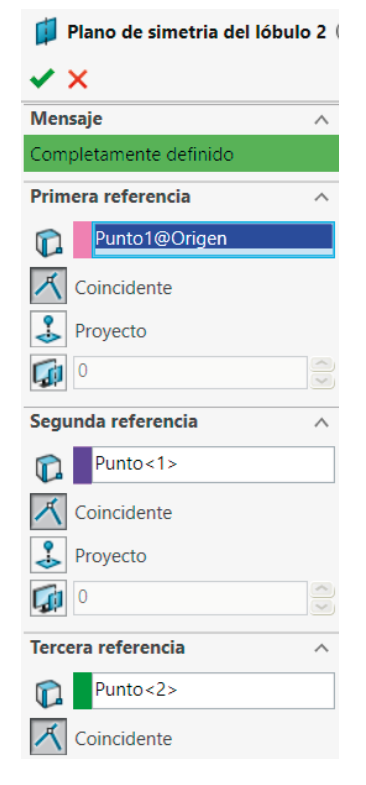
Se trata del plano de simetría local de la aleta 2

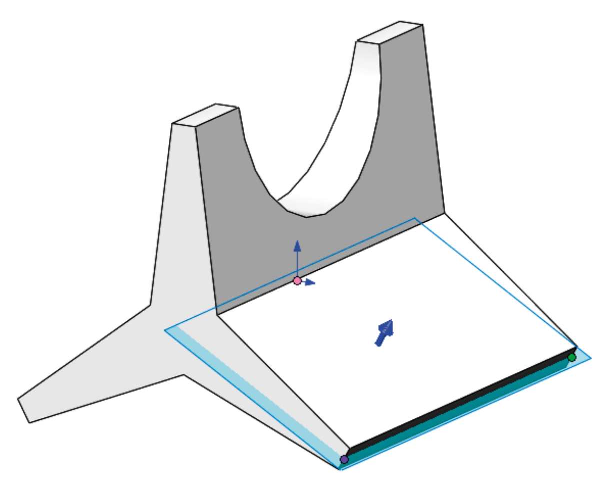
√ Dibuje un círculo en el datum 3

La segunda ranura puede crearse extruyendo un corte con un cilindro, construido desde el plano de simetría del segundo lóbulo:

√ Obtenga un plano de referencia que contenga el origen y los puntos medios de los arcos (Datum 3)

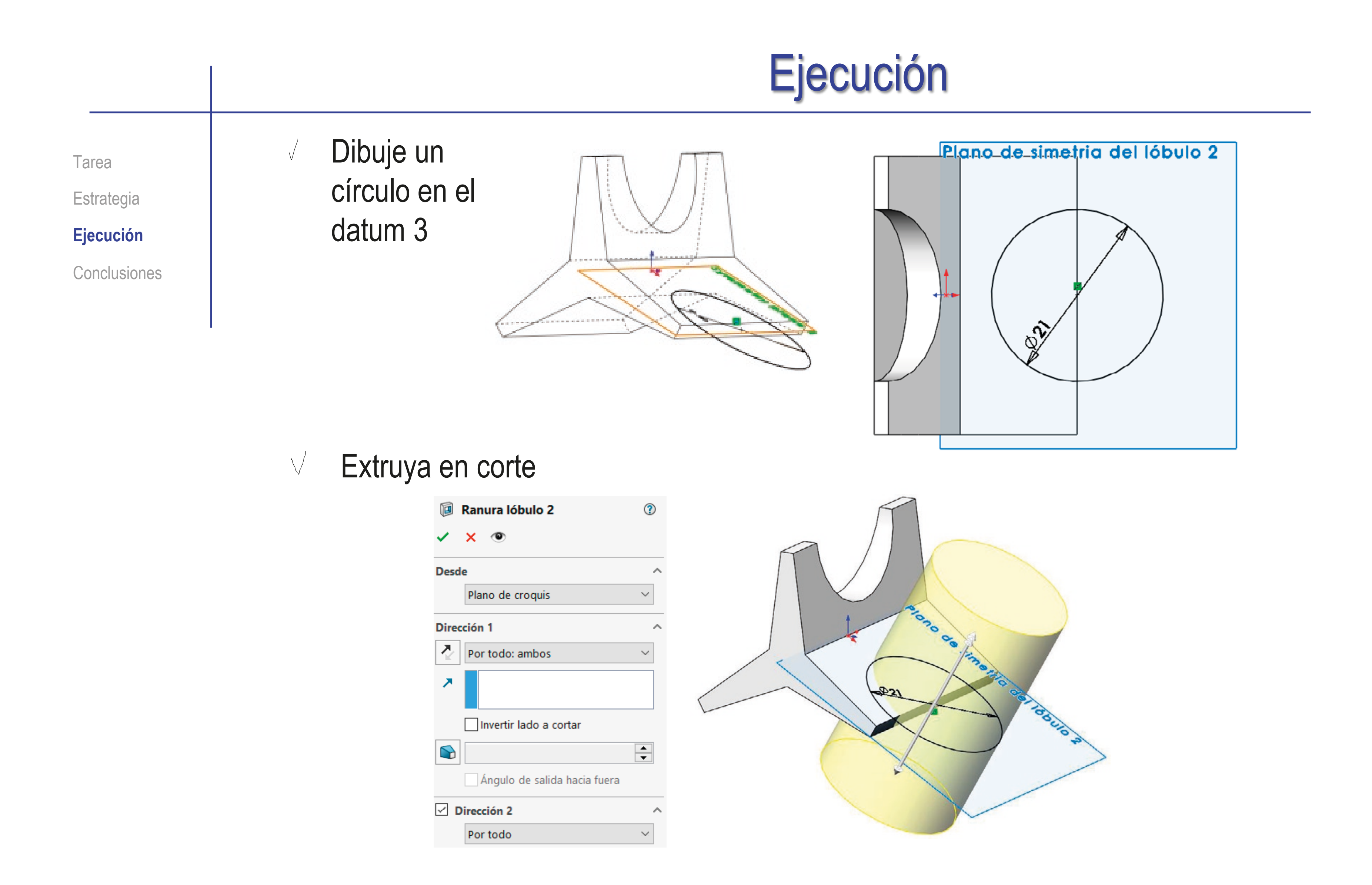






ISBN: 978-84-18432-81-1

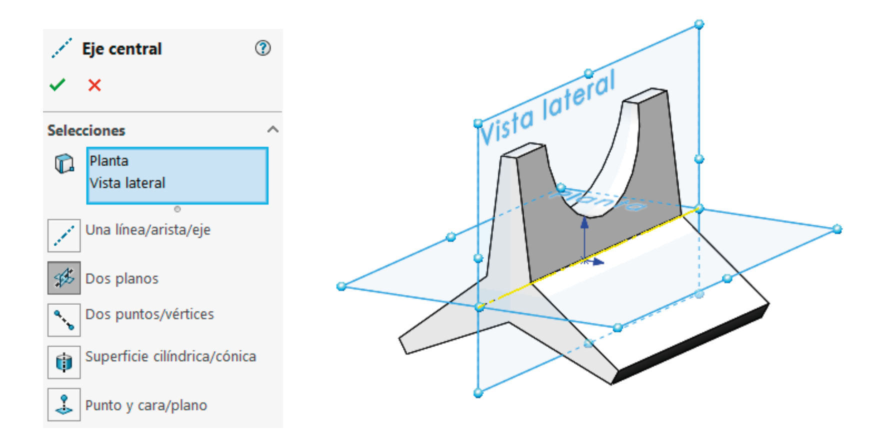
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



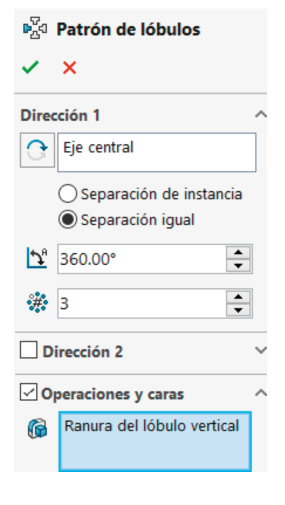
La tercera ranura cilíndrica puede crearse de forma semejante

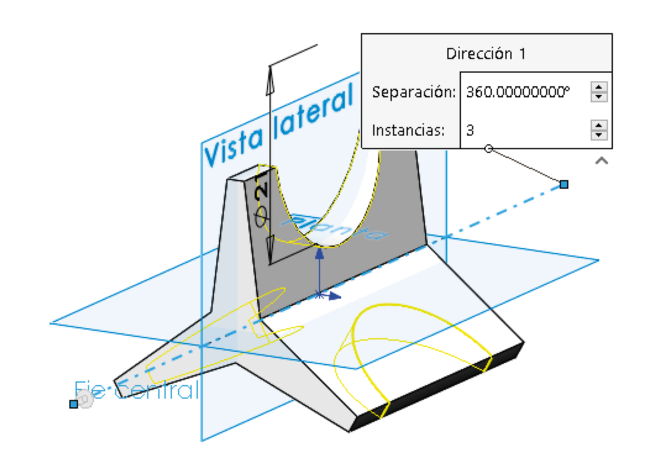
Es más eficiente obtener las otras dos ranuras como copias de la primera mediante “Matriz circular”:

√ Obtenga un eje central (Datum 4), como intersección de la planta y la vista lateral



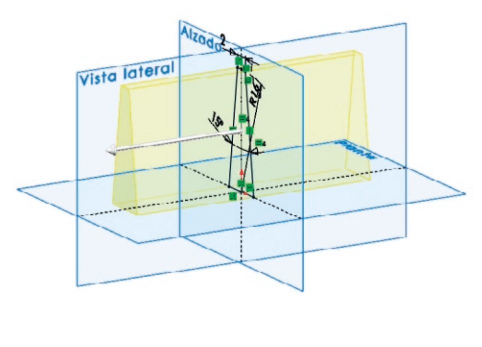
√ Aplique una *Matriz circular* a la ranura, alrededor del eje



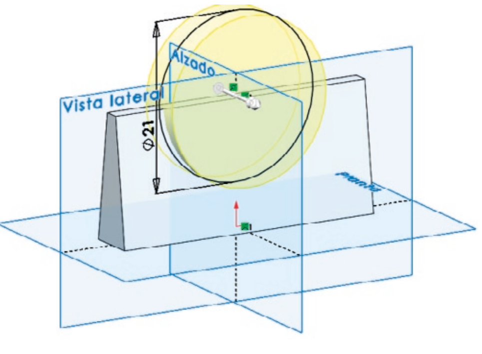


Una alternativa aún más rápida es dibujar uno de los lóbulos, añadirle su ranura y luego replicar el lóbulo con la ranura:

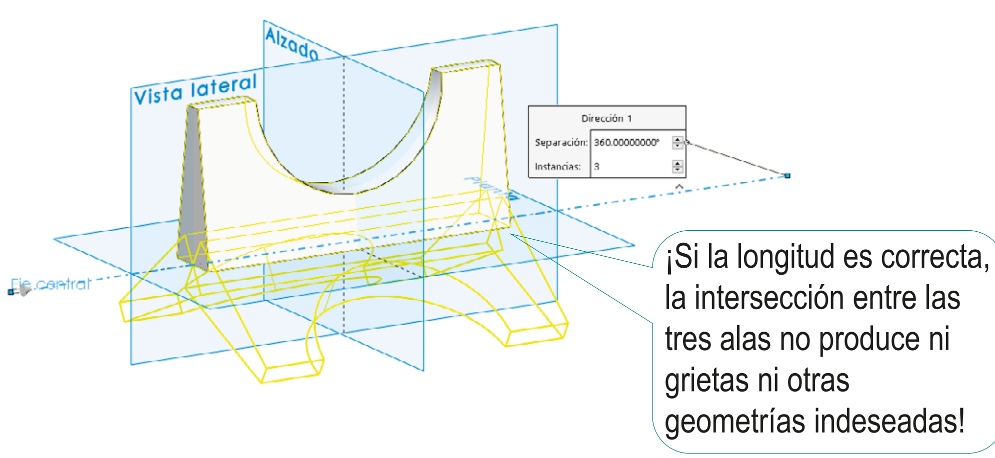
- Dibuje el croquis del lóbulo superior en el *Alzado* (Datum 1)
- *Extruya*



- Dibuje un círculo en el *Plano lateral* (Datum 2)
- *Extruya en corte*



- Aplique un patrón circular al lóbulo y su ranura



¡Si la longitud es correcta, la intersección entre las tres alas no produce ni grietas ni otras geometrías indeseadas!

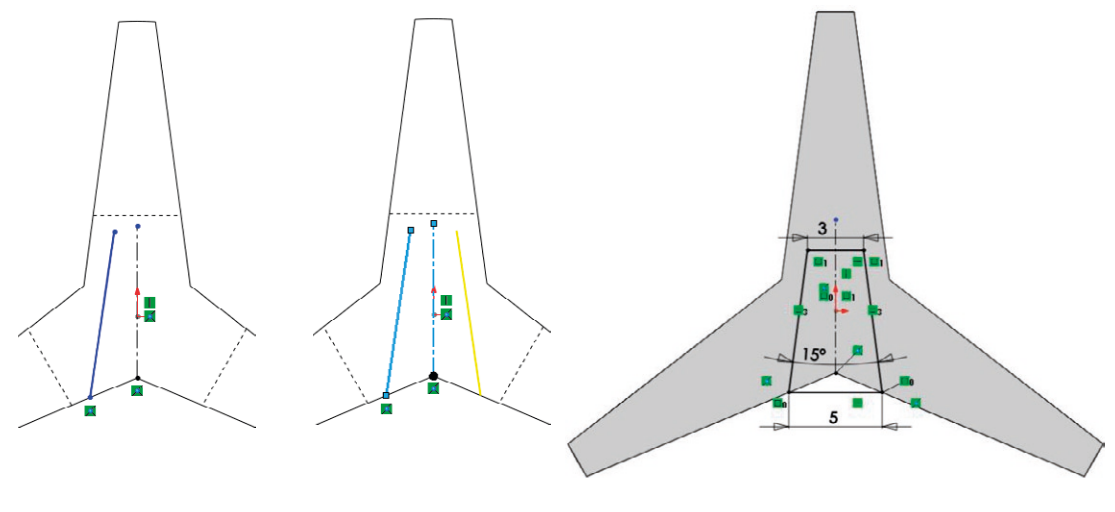
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

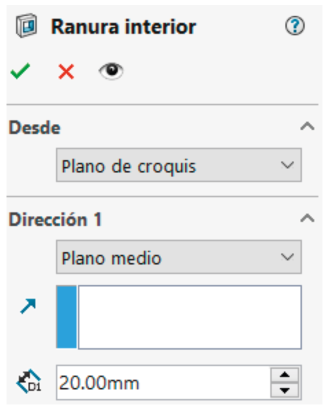
Añada la ranura interior:

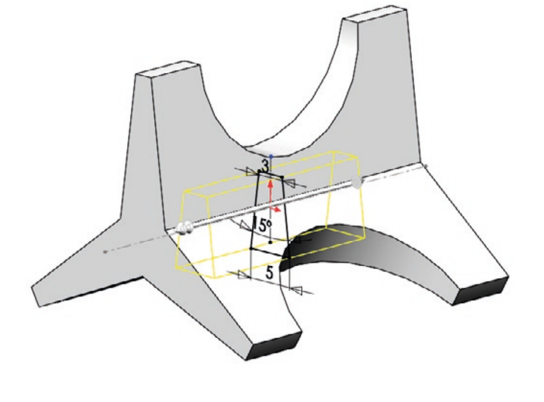
√ Utilice el alzado como plano de referencia (Datum 1)

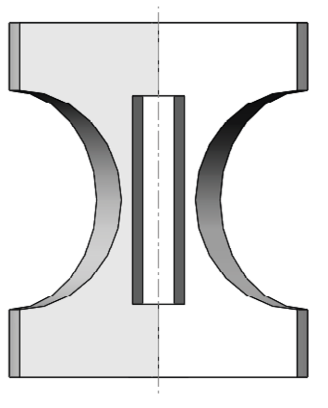
√ Dibuje el perfil



√ Extruya





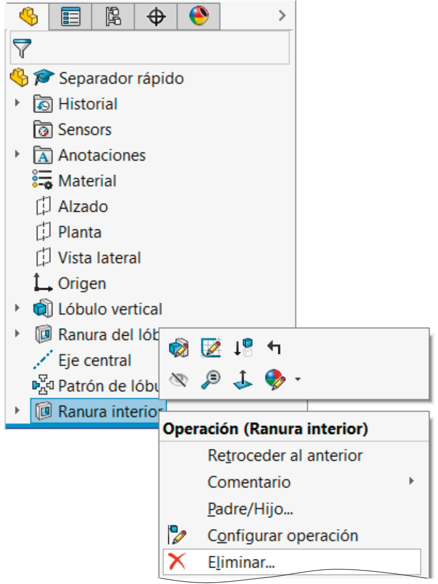


ISBN: 978-84-18432-81-1

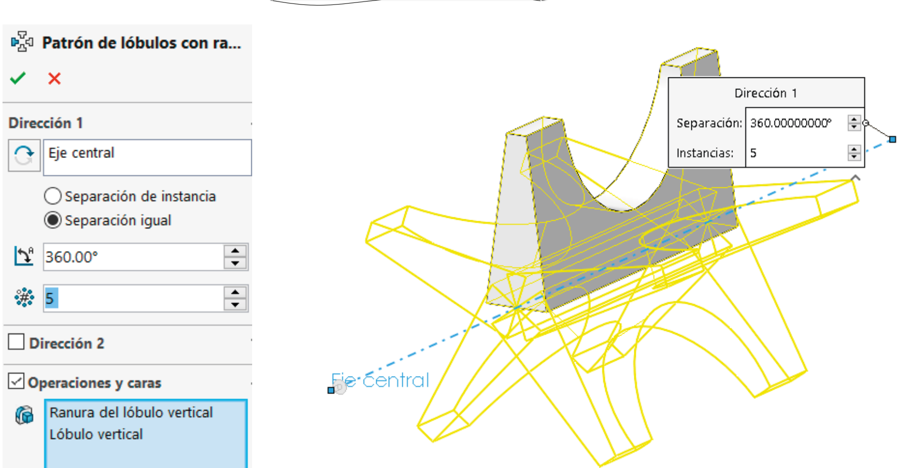
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para modificar el modelo:

√ Suprima, o elimine, la ranura interior



√ Modifique el número de repeticiones del patrón



Para modificar el número de lóbulos:

√ Edite el croquis

√ Haga “doble click” en la restricción de patrón

Alternativamente, haga doble click en el número de repeticiones

√ Seleccione la restricción “Crear matriz” en el diálogo de restricciones

√ Seleccione el comando *Editar matriz*

√ Modifique el patrón

√ Cierre el croquis

¡Es probable que aparezcan errores al regenerar el modelo!

¡Generar un lóbulo con ranura y aplicarle un *patrón 3D puede* evitar esos problemas!

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

1 El ejemplo muestra como se puede obtener un modelo a partir de unos datos incompletos

Debe extraer la información más fiable posible, y debe conseguir que dicha información sea coherente

2 El ejemplo muestra como se deben elegir los planos de referencia

En piezas con orientaciones oblícuas, los planos de referencia (datums) se eligen como si fueran vistas particulares

3 El ejemplo muestra el uso de operaciones de patrón de replicado para obtener croquis o modelos que sigan ciertos patrones de elementos repetitivos

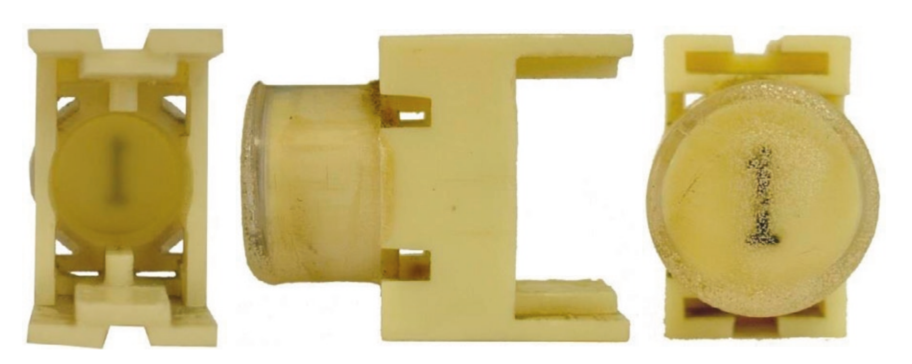
4 Los patrones 2D son más difíciles de editar que los 3D

Ejercicio 1.5.3. Pulsador de ascensor

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La figura muestra cuatro fotografías de un pulsador de ascensor





Notas:

- √ Solo se dispone de la información suministrada por las fotografías
- √ Se sabe que la pieza tiene unas dimensiones máximas de 40 x 30 x 20 mm (siendo 20 el diámetro de la parte cilíndrica)

Tareas:

A Dibuje el dibujo de diseño del pulsador

B Describa brevemente el proceso de modelado sólido más apropiado para obtener un modelo sólido del pulsador

C Obtenga el modelo sólido de la pieza

Estrategia

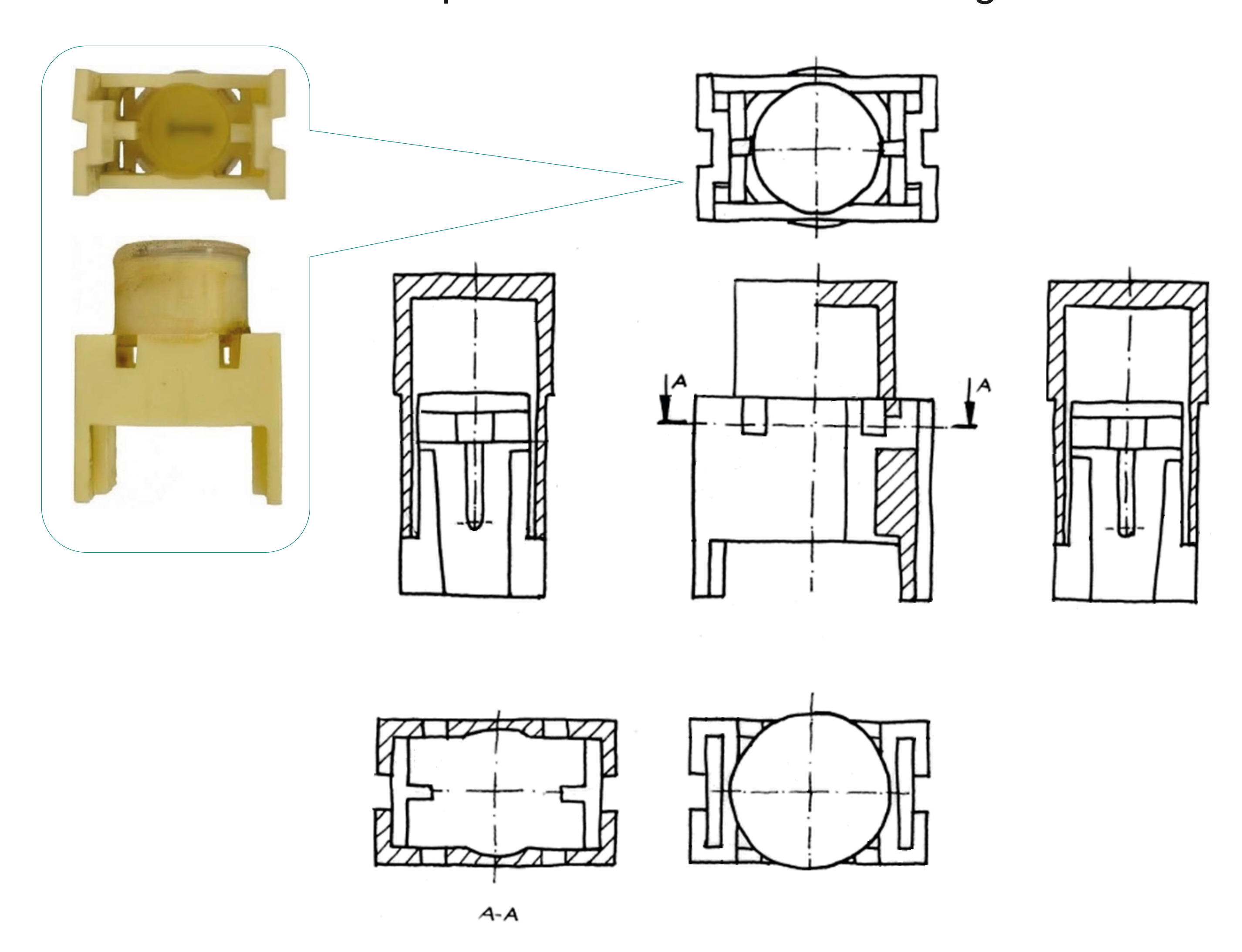
La estrategia consiste en:

1. Obtenga el dibujo de diseño
   - √ Determine la forma del pulsador, analizando las fotografías
   - √ Tome medidas sobre las fotografías
   - √ Redondee las medidas, para hacerlas más simples y coherentes
   - √ Re-escale para encajar el objeto en las medidas dadas

2. Haga un esquema representando el proceso de modelado propuesto
   - √ Imagine la pieza descompuesta en parte más sencillas
   - √ Use la simetría para elaborar un proceso de modelado simplificado
   - √ Dibuje el esquema a mano alzada, siguiendo una estructura de árbol

3. Obtenga el modelo ejecutando los pasos descritos en el esquema anterior

Determine la forma del pulsador analizando las fotografías:



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

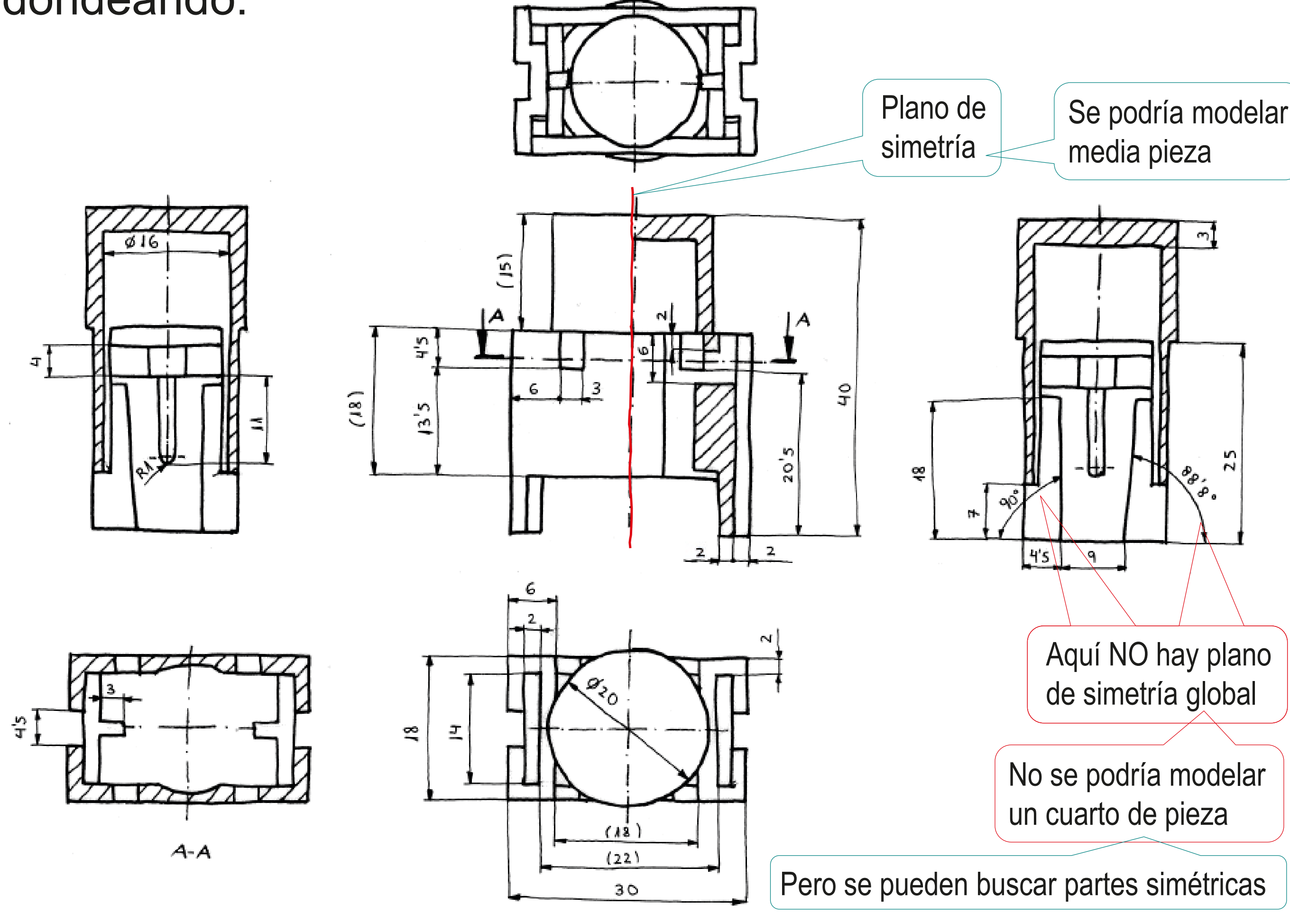
Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Obtenga las medidas aproximadas del pulsador midiendo las fotografías, reajustando para encajarlo en las medidas máximas y redondeando:



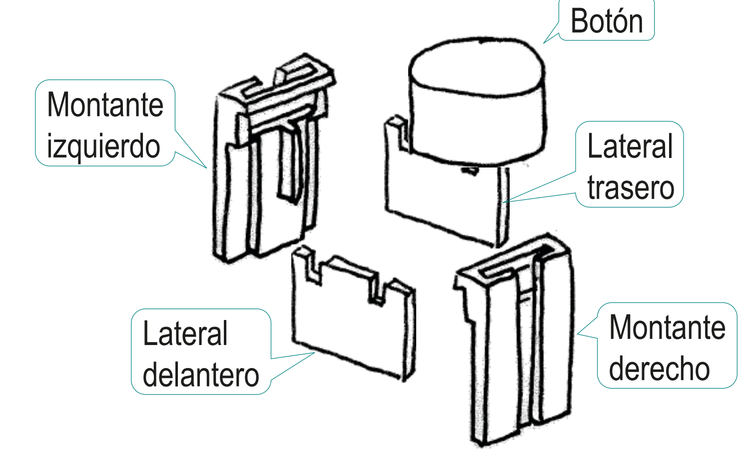
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

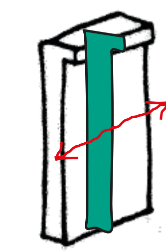
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Elabore un procedimiento de modelado:

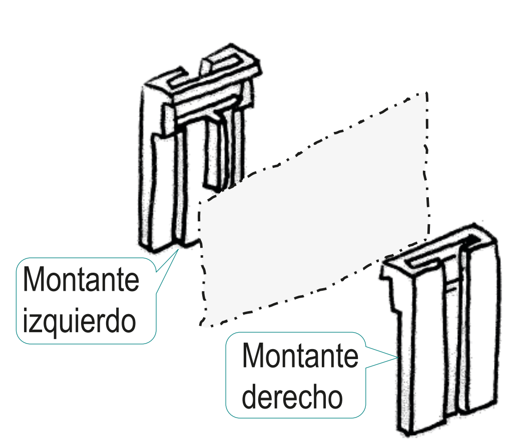
1 Imagine la pieza descompuesta en partes simples



2 Busque procesos de modelado para cada parte, que maximicen la simetría



3 Busque partes simétricas, para reducir el número de partes a modelar



Ejecución

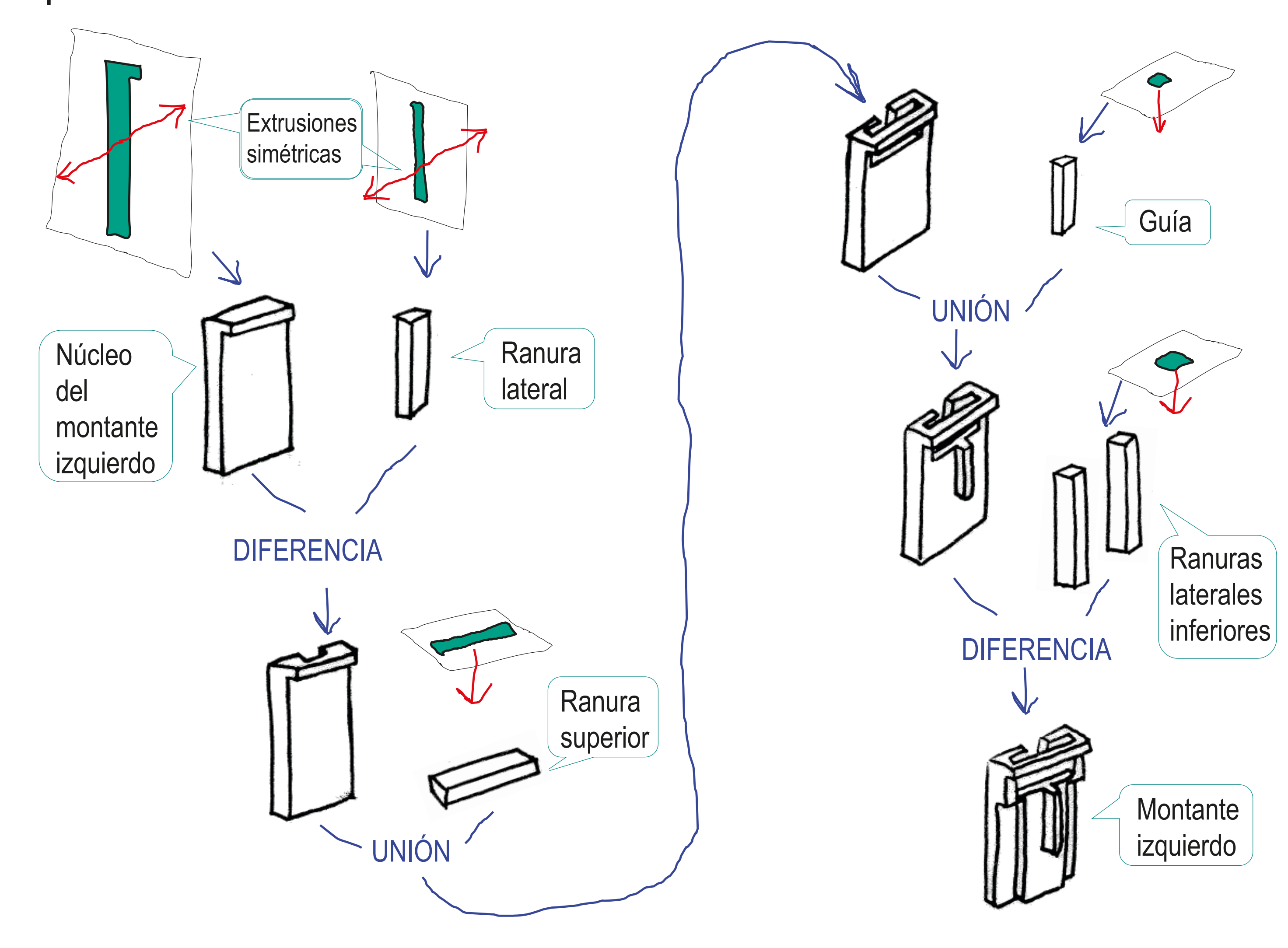
Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Represente el resultado en forma de árbol del modelo:



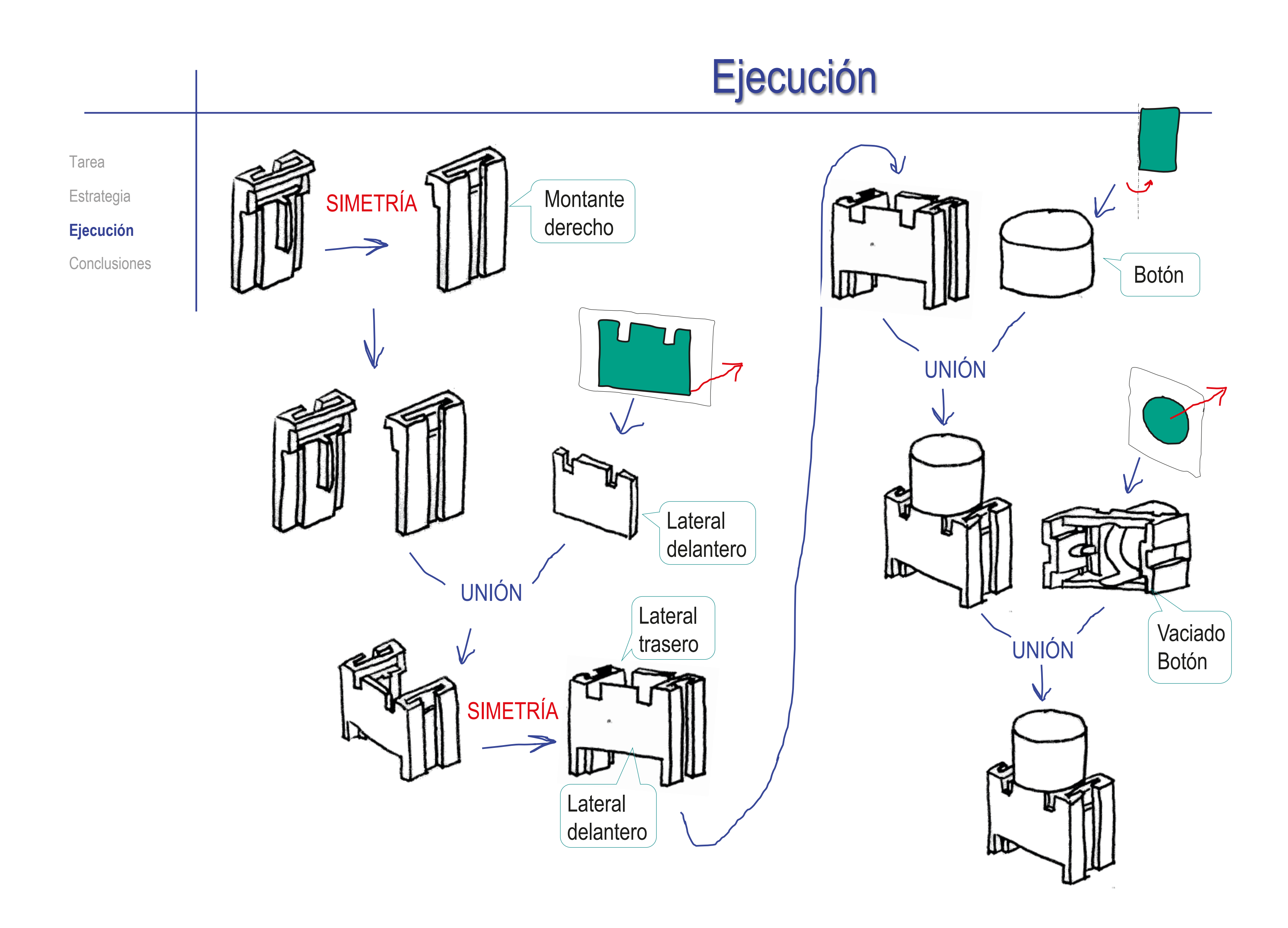
Ejecución

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones



Modele siguiendo los pasos descritos en el esquema:

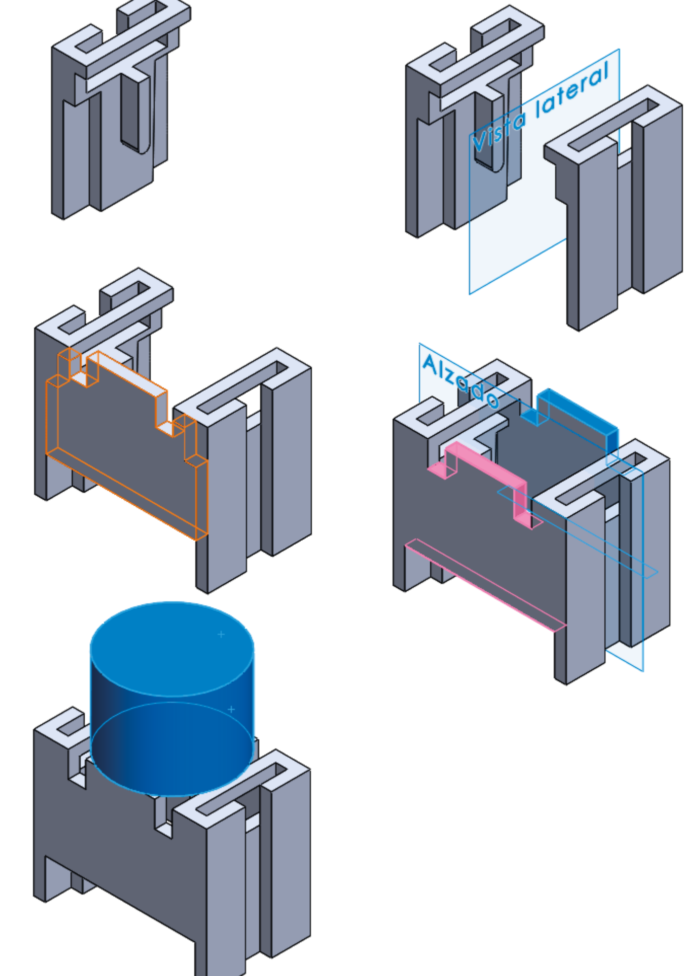
1 Modele el montante izquierdo

2 Cree simetría para obtener el montante derecho

3 Modele el lateral delantero

4 Cree simetría para obtener el lateral trasero

5 Modele el botón



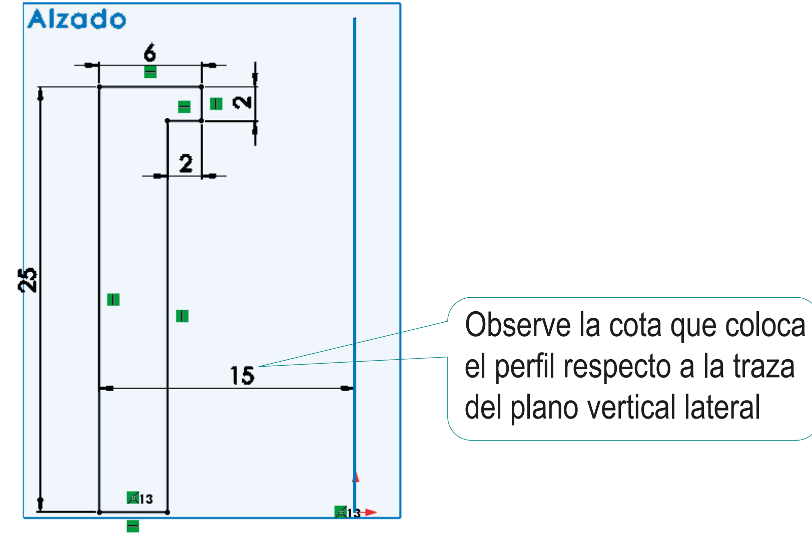
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

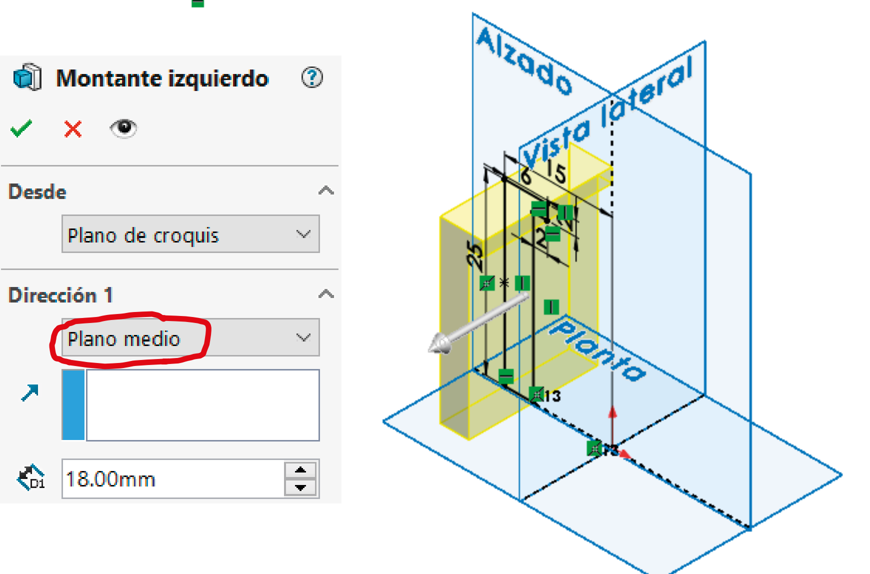
Modele el montante izquierdo

- Defina el alzado como plano de trabajo (Datum 1)

- Dibuje y restrinja el perfil



- Extruya desde *Plano medio* para obtener un sólido colocado simétricamente respecto al plano de referencia

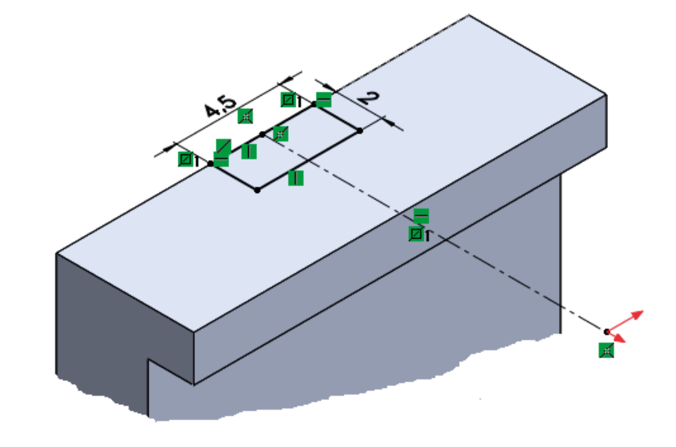


ISBN: 978-84-18432-81-1

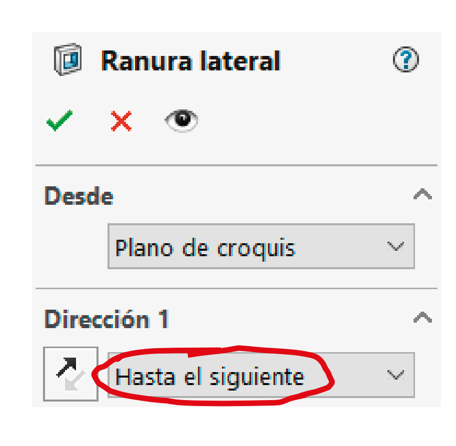
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

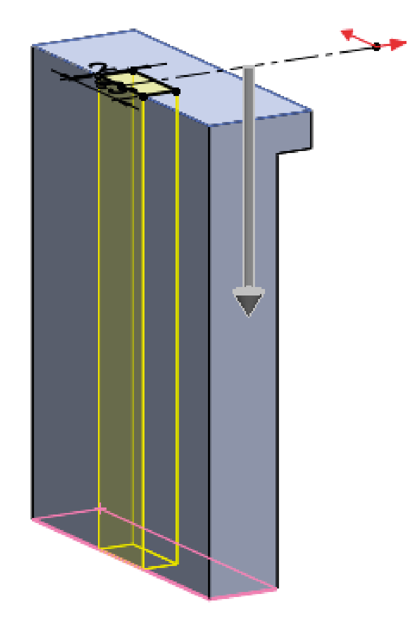
Añada la ranura lateral

√ Croquice el contorno de la ranura en la cara superior del montante (Datum 2)



√ Utilice un corte extruido para vaciar la ranura



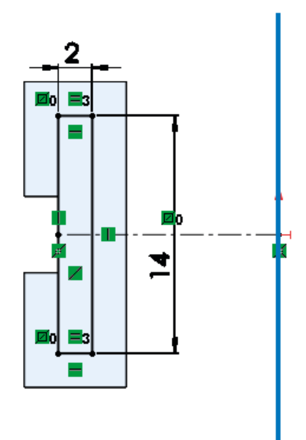


ISBN: 978-84-18432-81-1

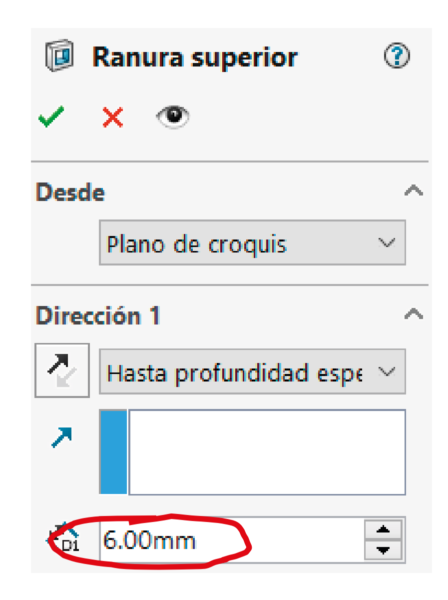
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

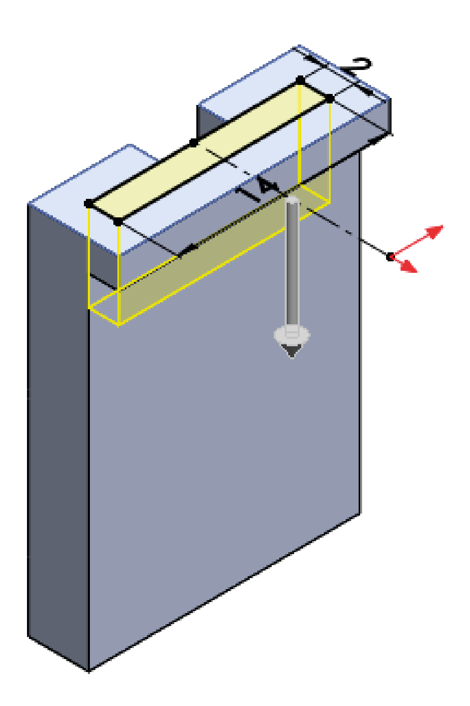
Cree la ranura superior

- Croquice el contorno de la ranura en la cara superior del montante (Datum 2)



- Utilice un corte extruido para vaciar la ranura



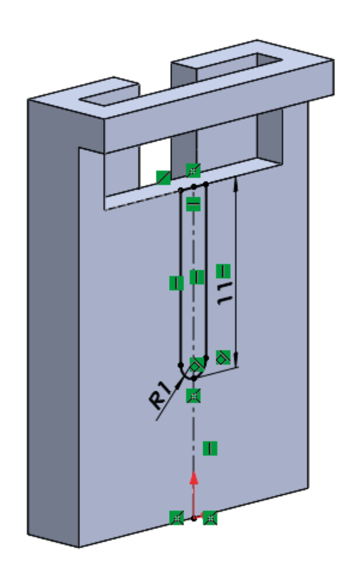


ISBN: 978-84-18432-81-1

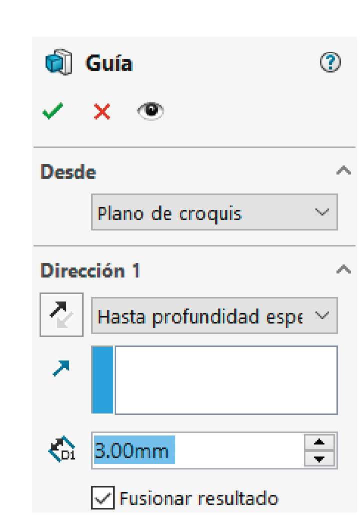
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

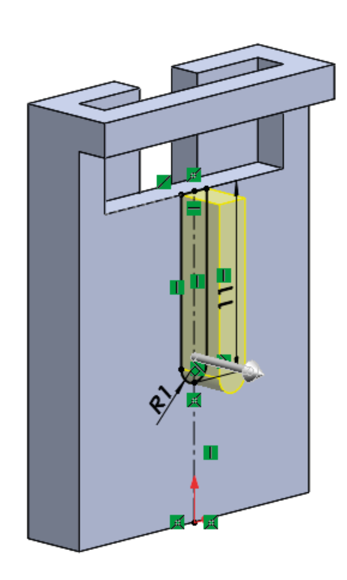
Añada la guía

- Croquice el contorno de la guía en la cara interior del montante (Datum 3)



- Utilice una extrusión para añadir la guía



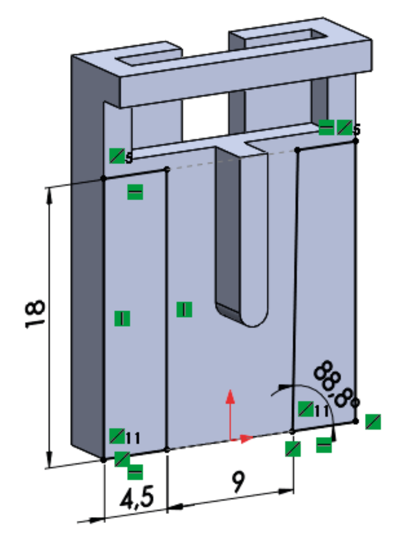


ISBN: 978-84-18432-81-1

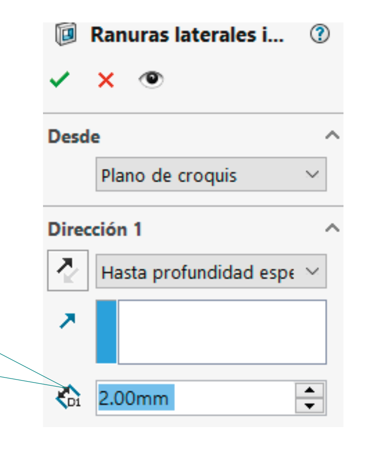
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Elimine las ranuras laterales inferiores:

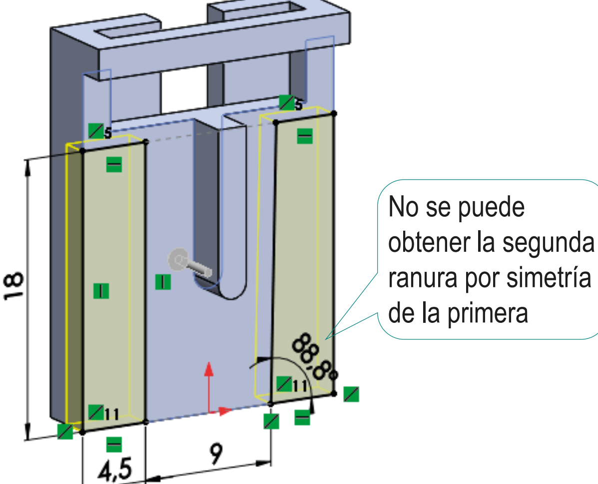
√ Croquice el contorno de las ranuras en la cara interior del montante (Datum 3)



√ Utilice un corte extruido para vaciar las ranuras



Elimine el material desde el croquis hasta una profundidad de 2 mm

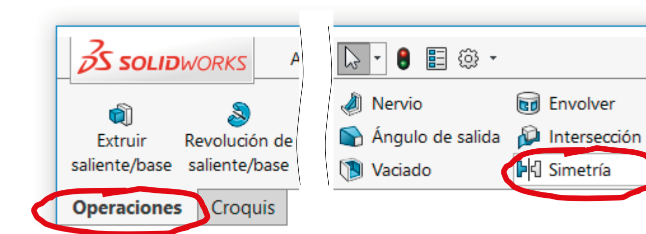


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

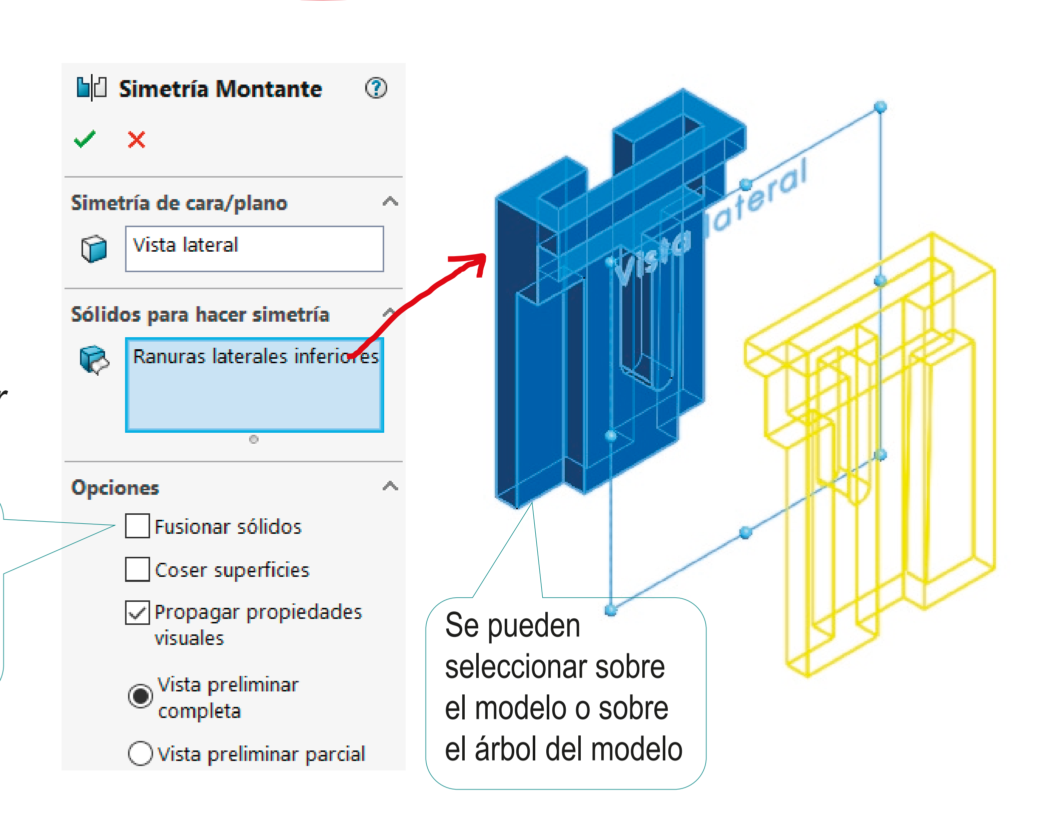
Cree el montante derecho

- √ Escoja el menú *Operaciones*
- √ Seleccione *Simetría*



- √ Seleccione la vista lateral como *Simetría de cara/plano*
- √ Seleccione el montante como *Sólidos para hacer simetría*

Observe que NO se puede fusionar sólidos, porque se obtienen dos sólidos disjuntos



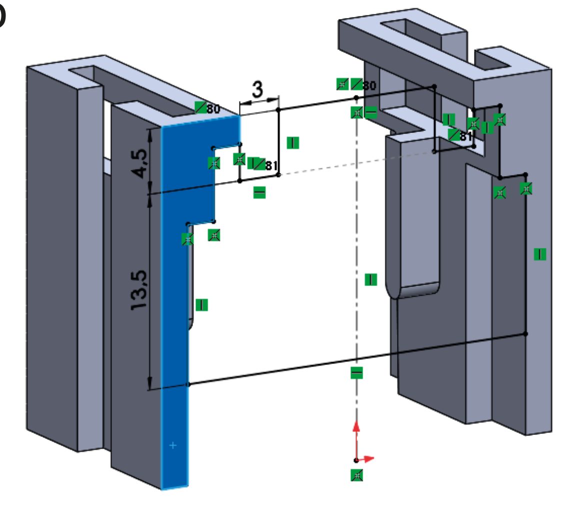
Se pueden seleccionar sobre el modelo o sobre el árbol del modelo

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

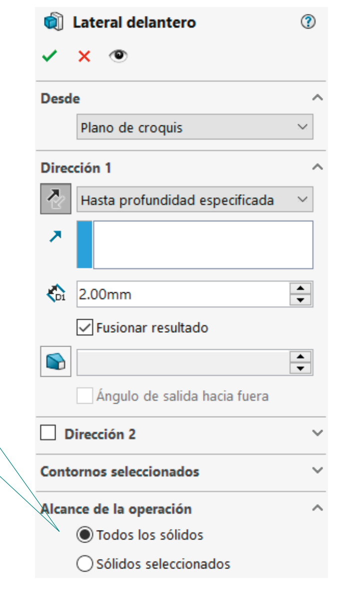
Modele el lateral delantero

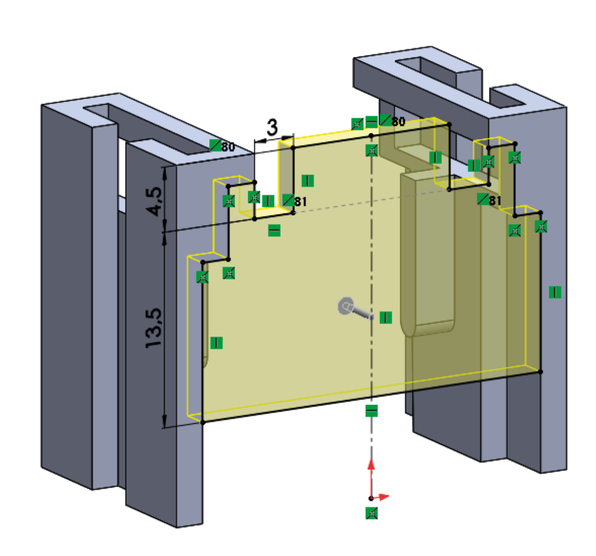
√ Croquice el contorno del lateral delantero sobre la cara lateral del montante (Datum 4)



√ Utilice una extrusión para añadir la guía

Asegúrese de fusionar los sólidos que habían quedado disjuntos tras la simetría



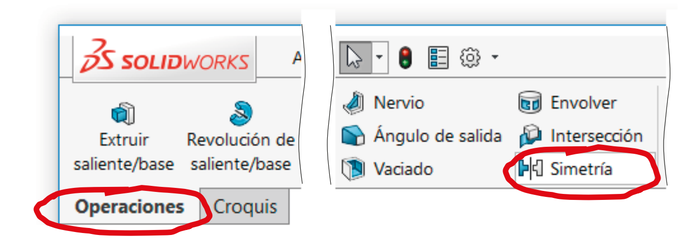


ISBN: 978-84-18432-81-1

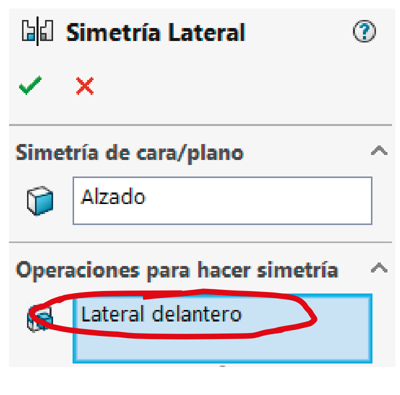
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

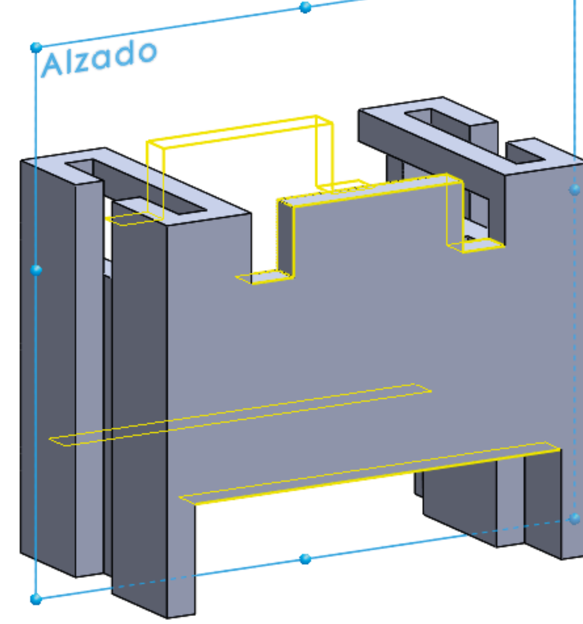
Cree el lateral trasero

- Escoja el menú *Operaciones*
- Seleccione *Simetría*



- Seleccione el alzado como *Simetría de cara/plano*
- Seleccione el lateral delantero como *Sólidos para hacer simetría*

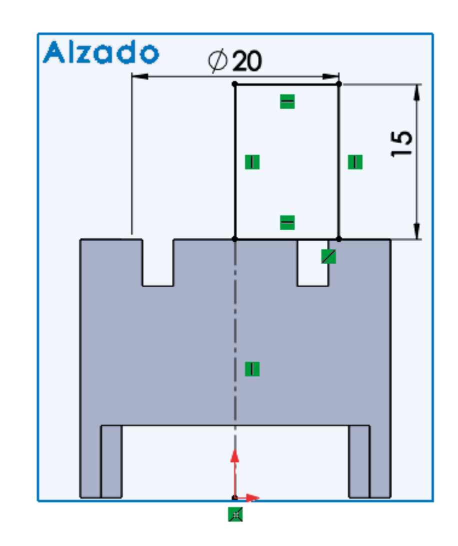




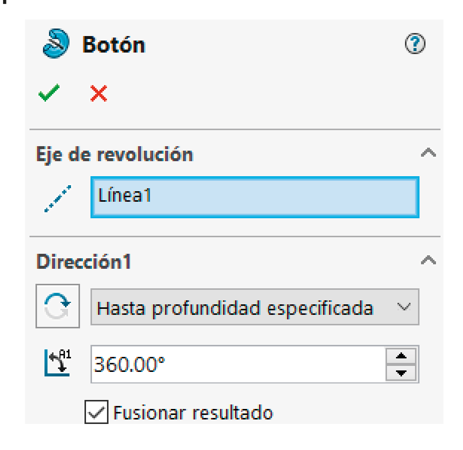
Modele el botón

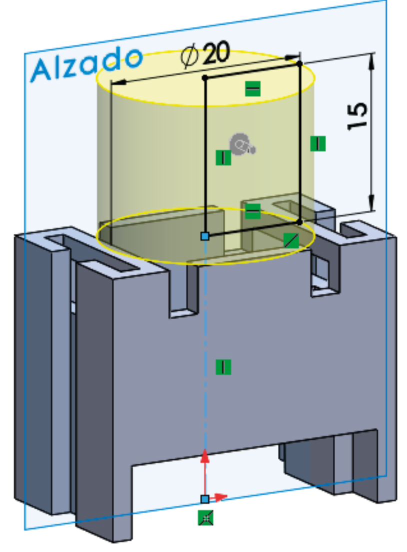
√ Croquice el contorno de revolución sobre el plano de alzado

Es posible también emplear el plano de vista lateral



√ Revolucione el croquis



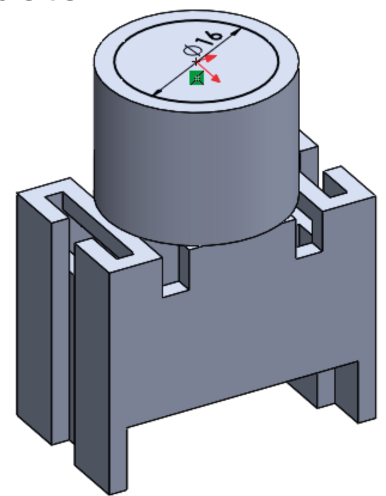


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

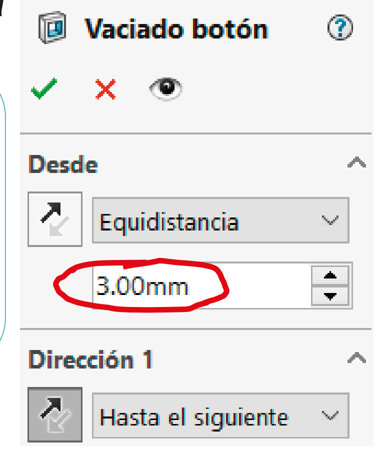
Añada el vaciado interior del botón

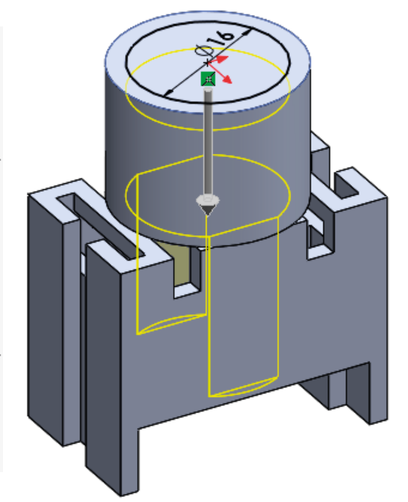
√ Croquice el contorno circular del vaciado del botón sobre la cara superior del mismo (Datum 5)

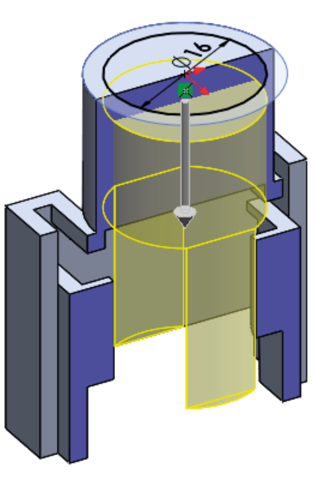


√ Extrusione el croquis con *Equidistancia*

Utilice la opción de *Equidistancia*, para que el vaciado empiece después de dejar un espesor de 3 mm







Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Hay que analizar los objetos antes de modelarlos

El análisis debe dar lugar a:
- √ Dibujos de detalle
- √ Esquemas de modelado

Preste atención a las simetrías, ¡ahorran tiempo y trabajo!



2 Las operaciones de simetría simplifican el proceso de modelado

Los planos de simetría se han hecho coincidir con los planos de referencia, para obtener la pieza centrada

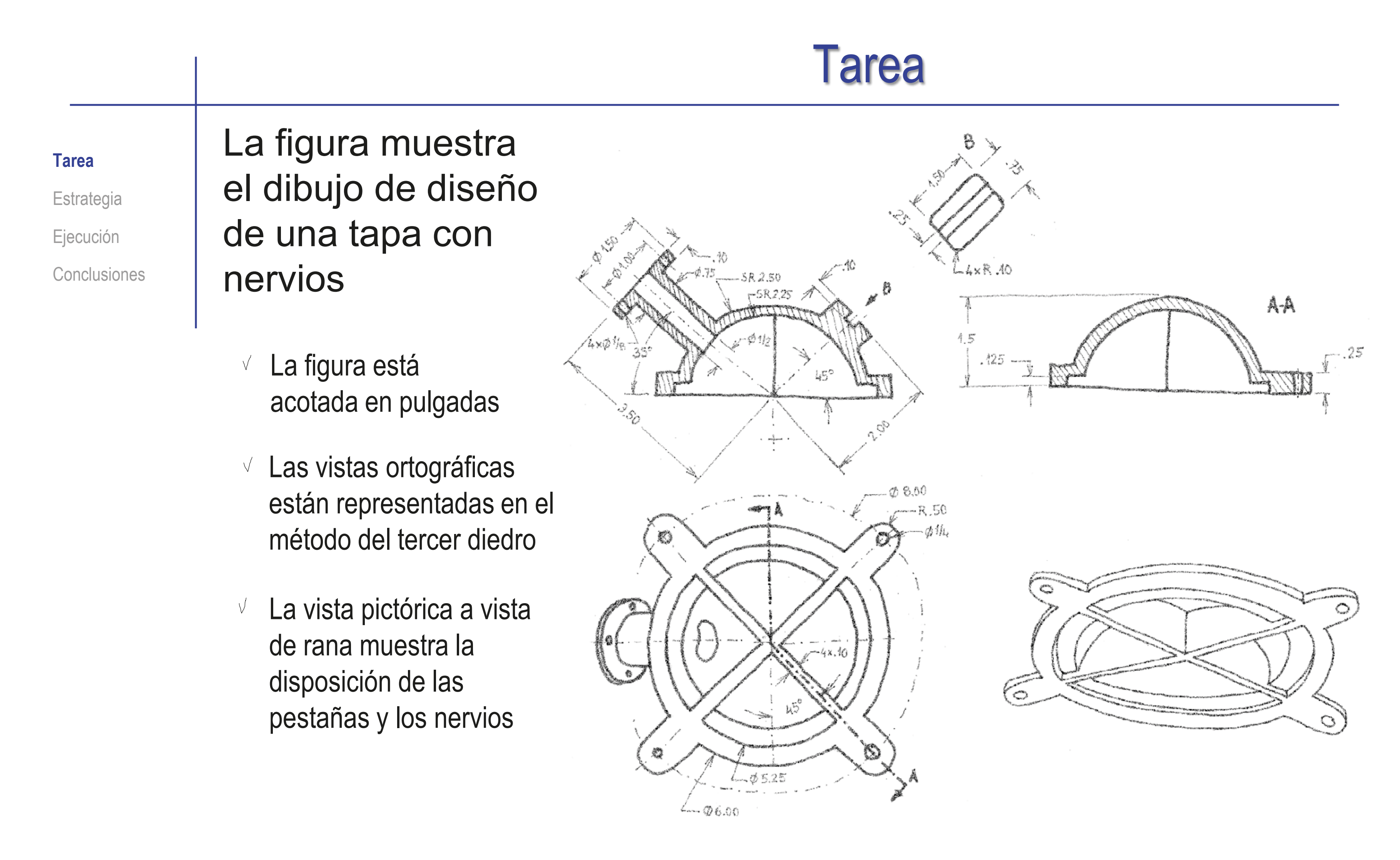
3 Hay que seleccionar datums que faciliten el modelado

- √ Los datums 1, 2 y 3 sirven para crear el montante
- √ El datum 4 hacer el lateral delantero
- √ El datum 5 permite hacer el botón

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejercicio 1.5.4. Tapa con nervios



Tarea

- Tarea
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones

La figura muestra el dibujo de diseño de una tapa con nervios

- √ La figura está acotada en pulgadas
- √ Las vistas ortográficas están representadas en el método del tercer diedro
- √ La vista pictórica a vista de rana muestra la disposición de las pestañas y los nervios

Obtenga el modelo sólido de la pieza

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

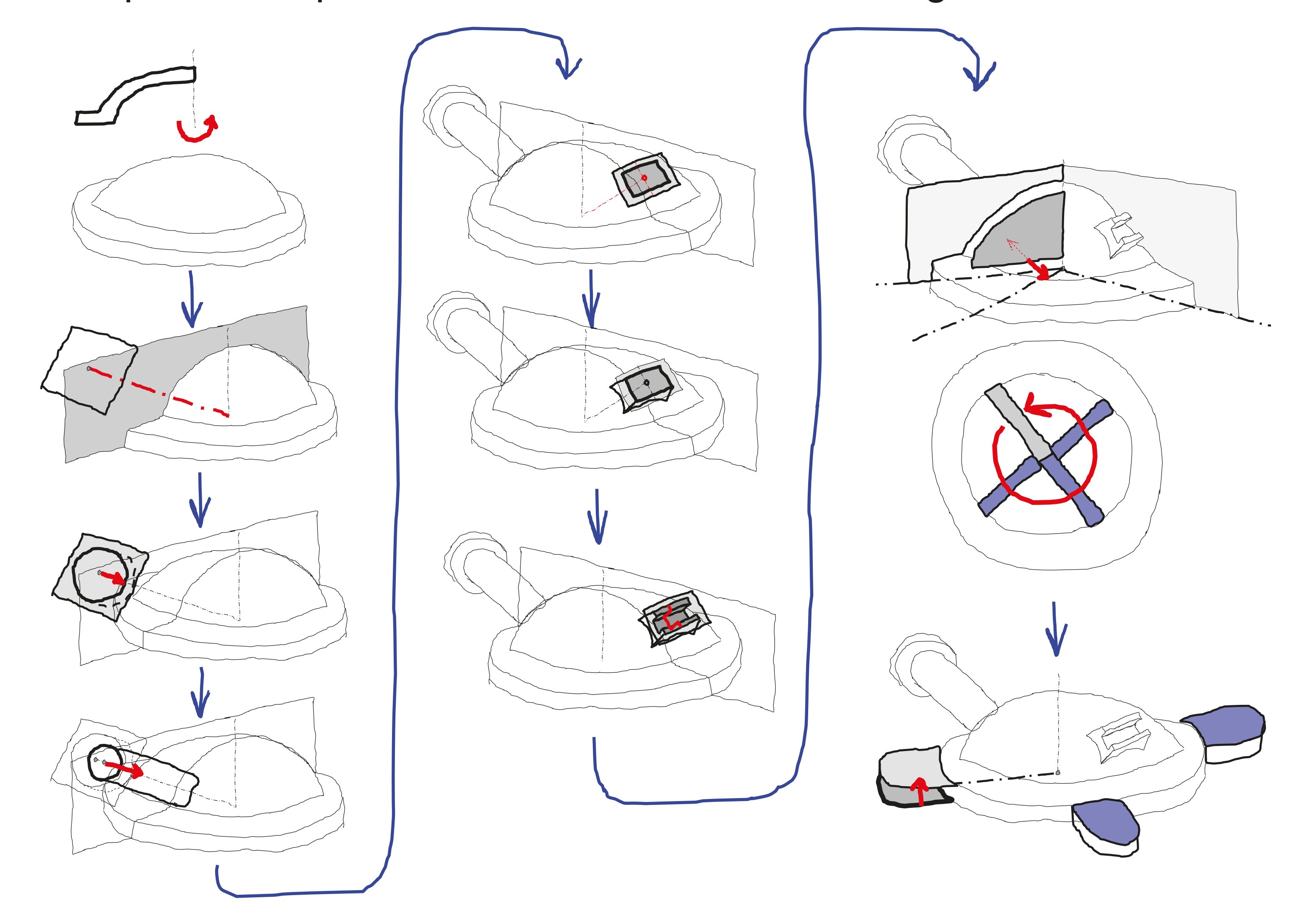
La estrategia consiste en:

1 Haga un esquema representando el proceso de modelado propuesto

- √ Imagine la pieza descompuesta en parte más sencillas
- √ Busque patrones para elaborar un proceso de modelado simplificado
  - √ Los cuatro nervios de la parte interior son iguales y siguen un patrón de colocación
  - √ Las cuatro orejas agujereadas adosadas al borde de la base son iguales y siguen un patrón de colocación
- √ Dibuje el esquema a mano alzada, siguiendo una estructura de árbol

2 Obtenga el modelo ejecutando los pasos descritos en el esquema de modelado

El esquema del proceso de modelado es como sigue:

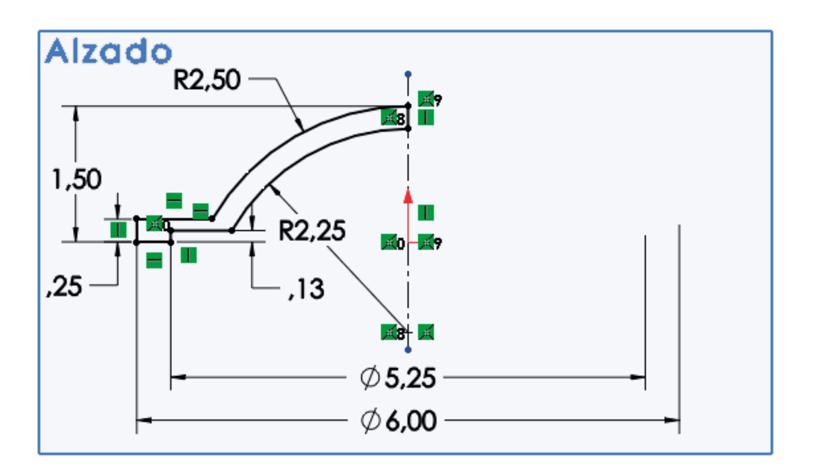


ISBN: 978-84-18432-81-1

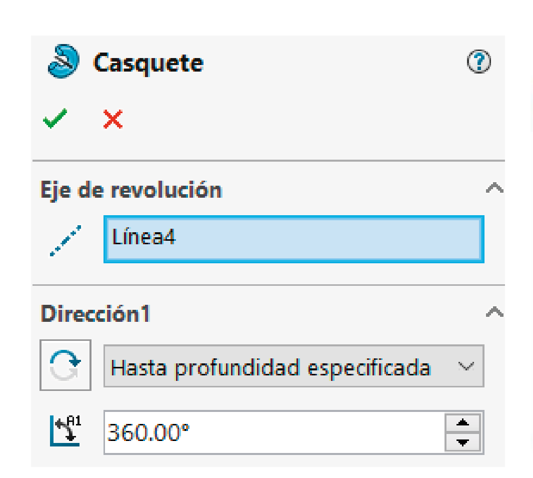
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

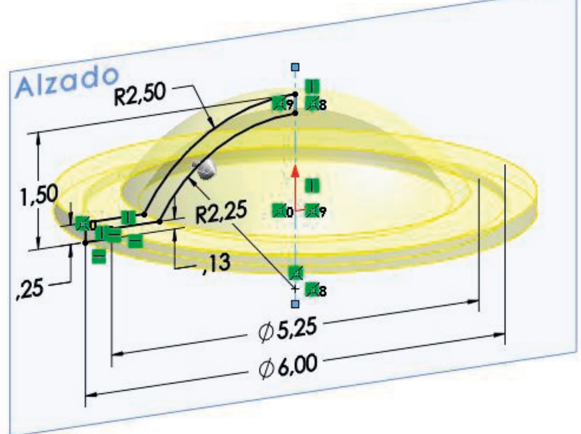
Modele el casquete esférico:

√ Dibuje el croquis del perfil de revolución en el alzado



√ Obtenga el casquete por barrido de revolución



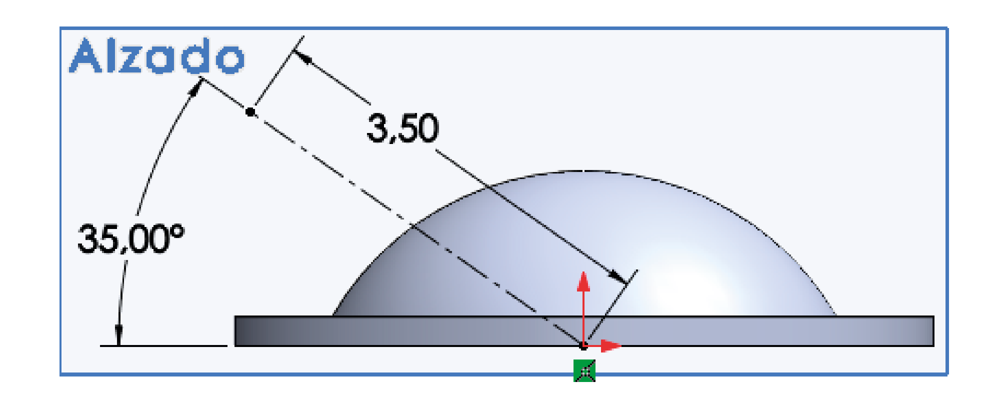


ISBN: 978-84-18432-81-1

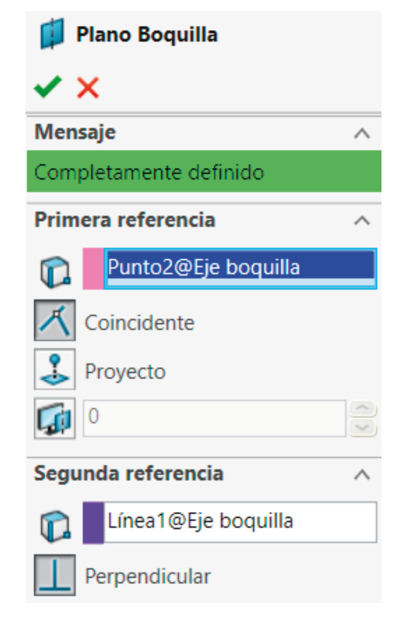
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

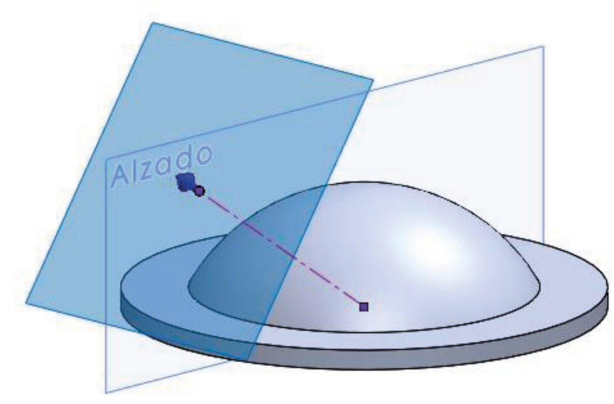
Modele la boquilla:

√ Dibuje en el alzado el croquis de la trayectoria del tubo de la boquilla



√ Obtenga un plano datum (Datum 1) perpendicular al eje y pasando por su extremo

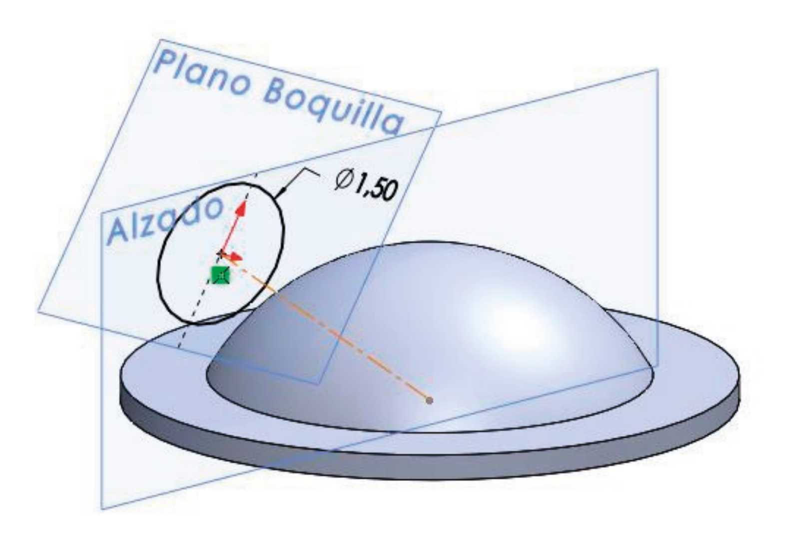




ISBN: 978-84-18432-81-1

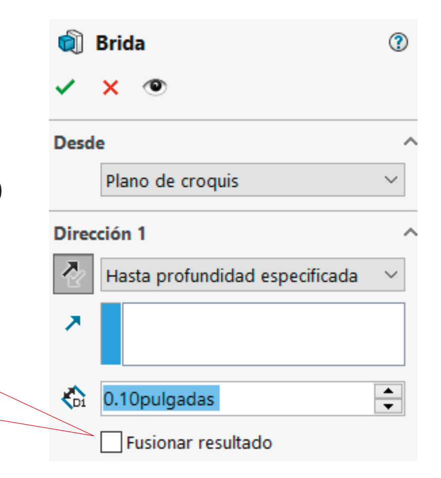
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

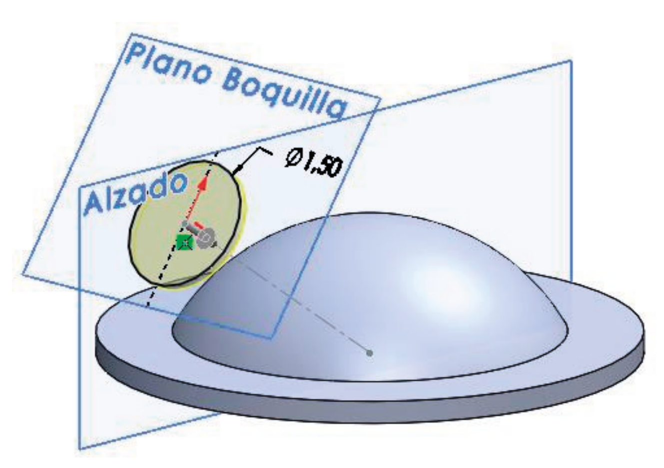
√ Dibuje el croquis del contorno de la brida en el Datum 1



√ Extruya *una décima de pulgada*, para obtener el disco de la brida

De momento, no se puede fusionar el sólido



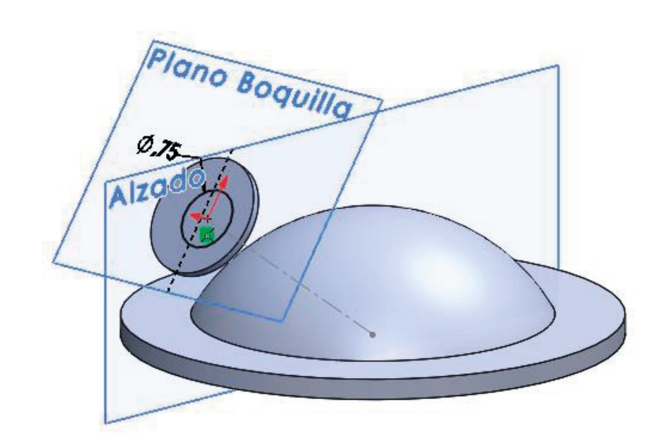


ISBN: 978-84-18432-81-1

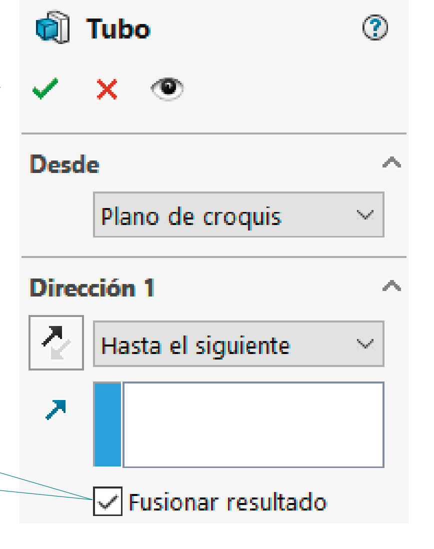
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Dibuje el croquis del contorno del tubo en la *cara inferior* de la brida

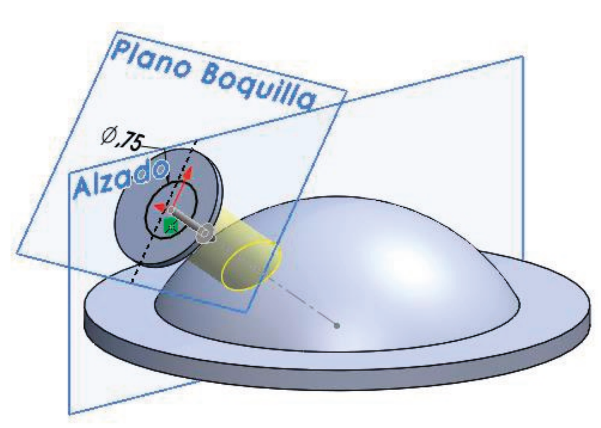
Para que el tubo tenga la longitud total de la boquilla, menos el espesor de la brida



√ Extruya *Hasta el siguiente*, para obtener automáticamente la intersección del tubo con el casquete

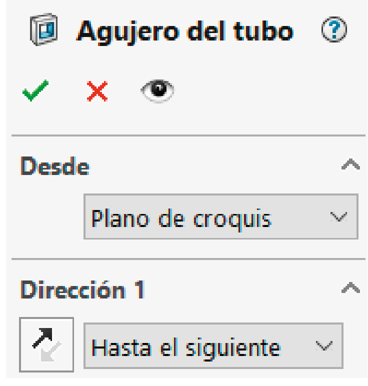


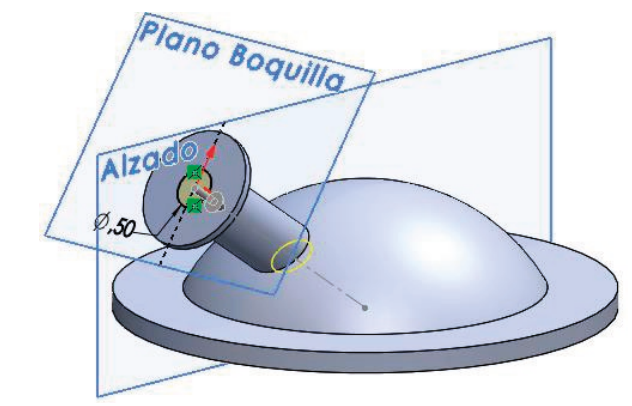
Ahora ya puede fusionar los tres sólidos



Ejecución

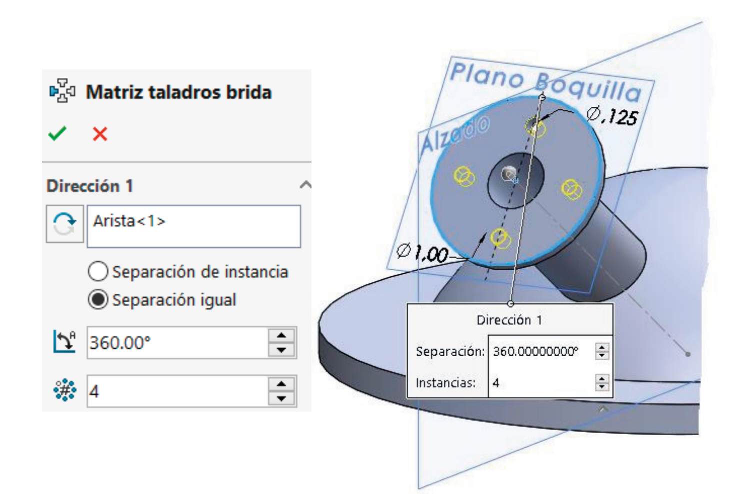
√ Añada el agujero del tubo, mediante una extrusión en corte *Hasta el siguiente*





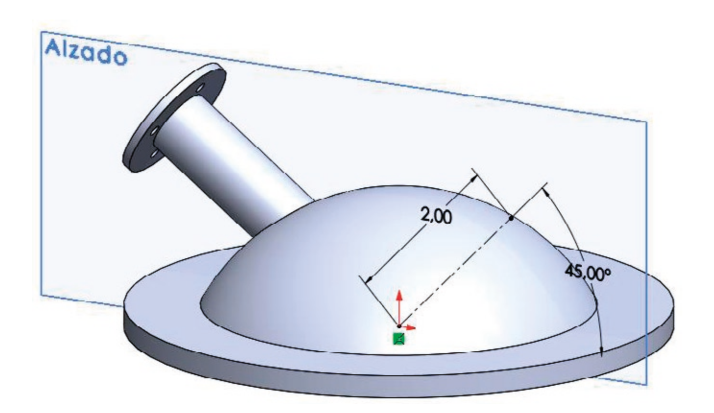
√ Añada los agujeros de la brida mediante un corte, repetido por patrón

Utilice un círculo Datum para posicionar el agujero

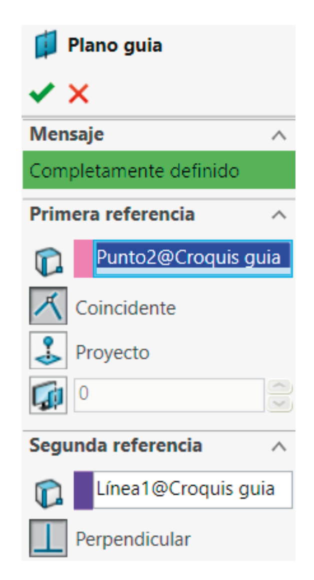


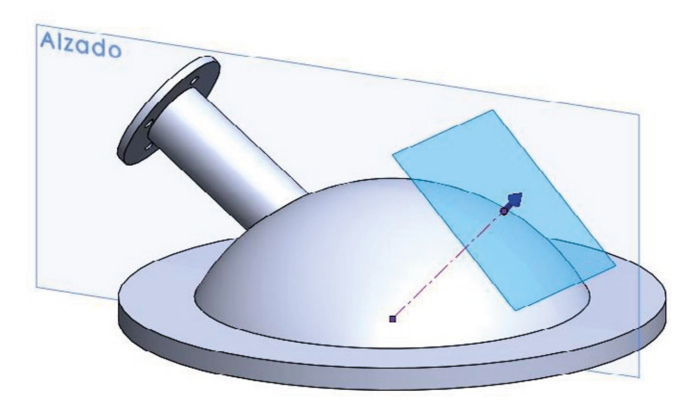
Modele la guía:

√ Dibuje en el alzado el croquis de la línea de orientación de la guía

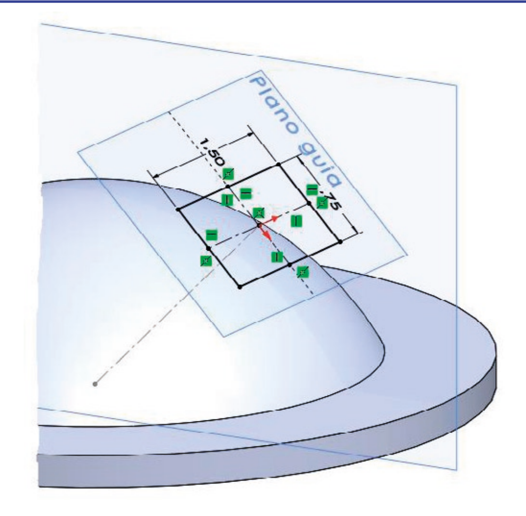


√ Obtenga un plano datum (Datum 2) perpendicular al eje y pasando por su extremo

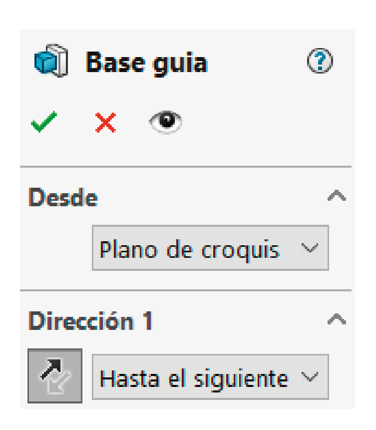


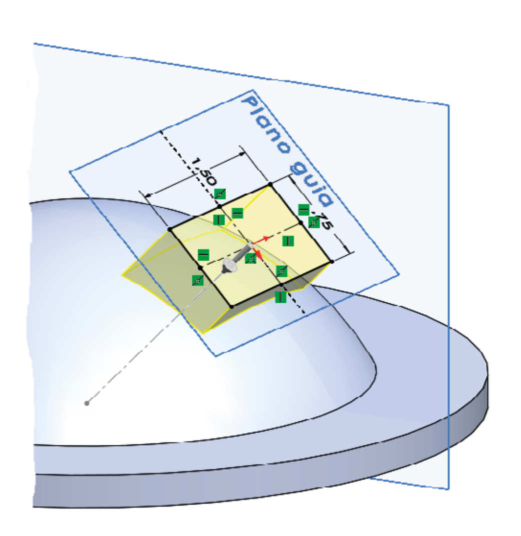


√ Dibuje el contorno rectangular de la guía en el Datum 2



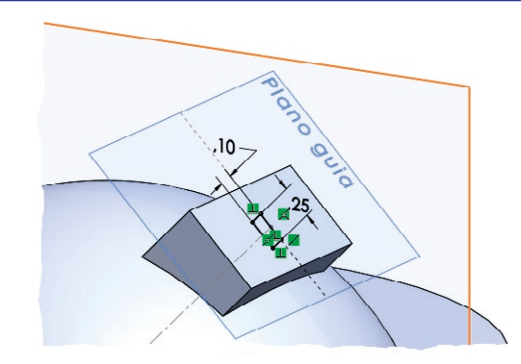
√ Extruya *Hasta el siguiente*, para obtener automáticamente la intersección de la guía con el casquete



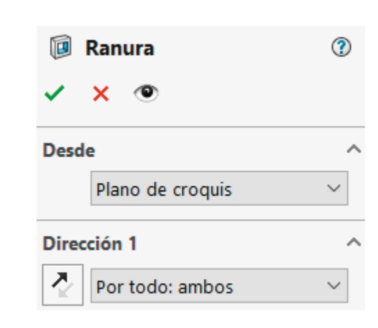


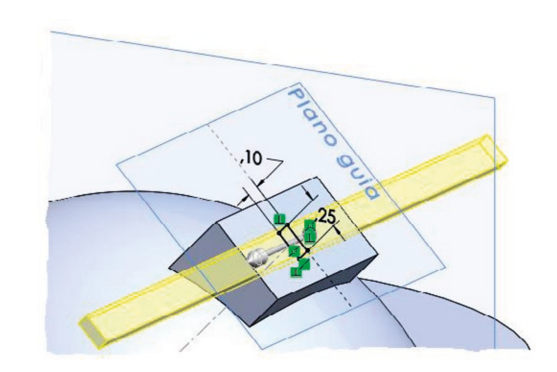
Ejecución

√ Dibuje la ranura en el Alzado

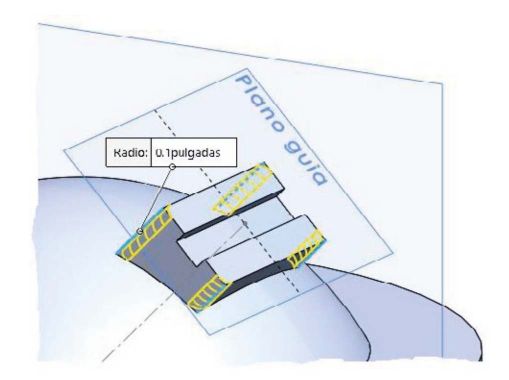


√ Extruya *Por todo ambos*



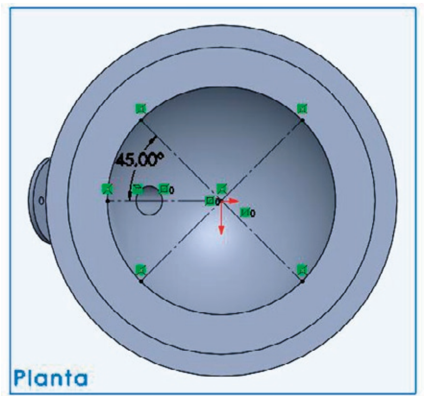


√ Añada los redondeos para completar la ranura

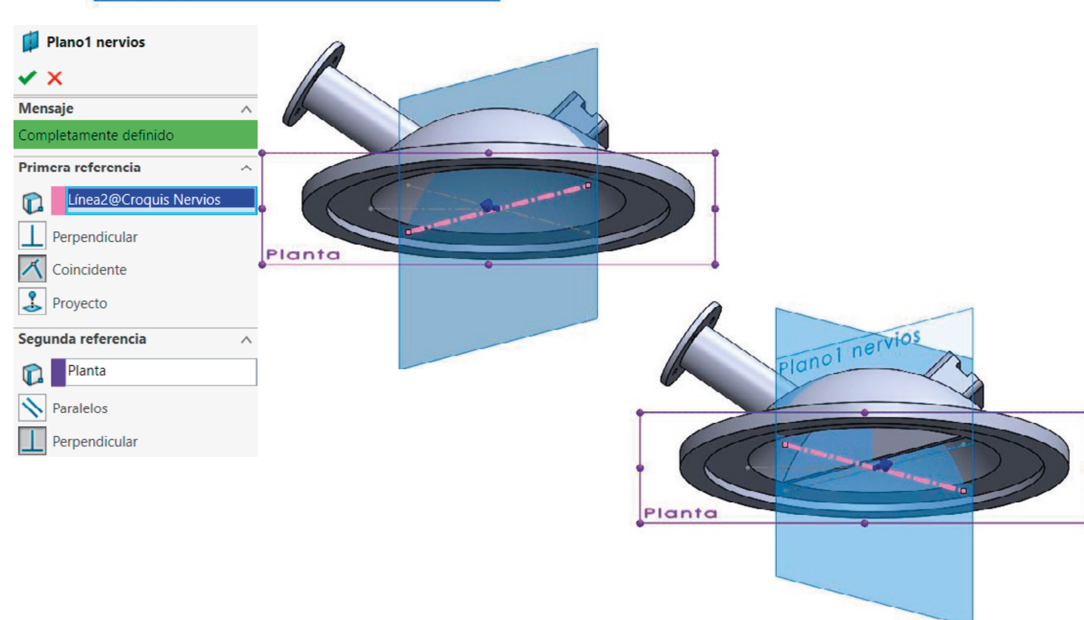


Modele los nervios:

√ Use la *Planta* para dibujar el croquis de posición de los nervios



√ Use el croquis de posición para obtener dos planos datum (Datums 3-4)

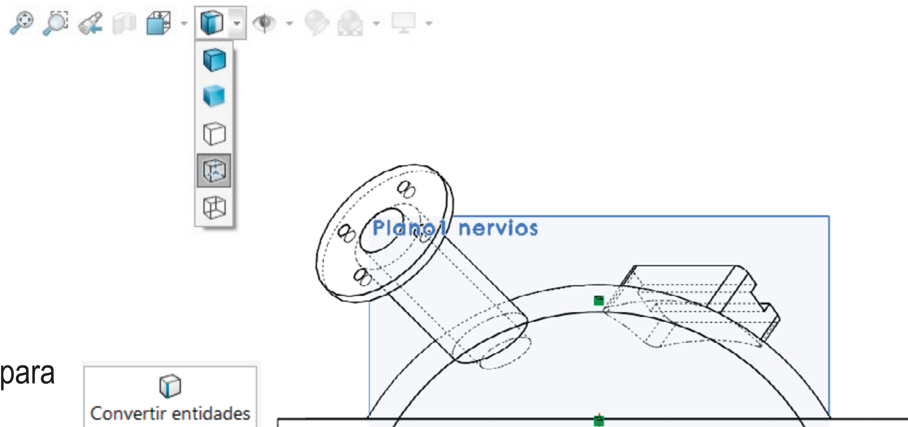


ISBN: 978-84-18432-81-1

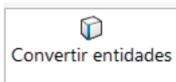
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

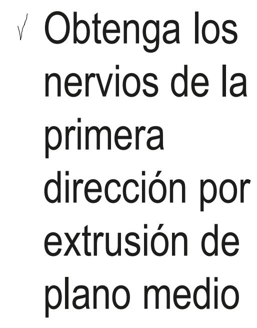
√ Dibuje el croquis de la primera pareja de nervios en el Datum 3:

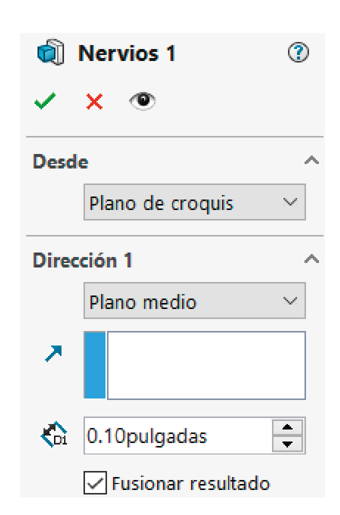
√ Cambie la visualización a *Líneas ocultas y visibles*

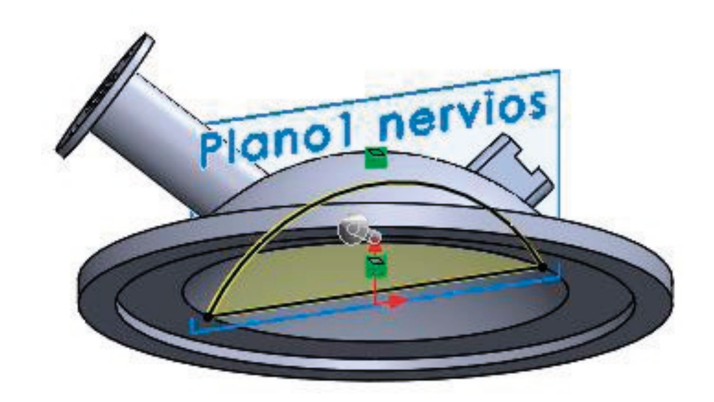


√ Utilice *Convertir entidades*, para obtener el contorno circular



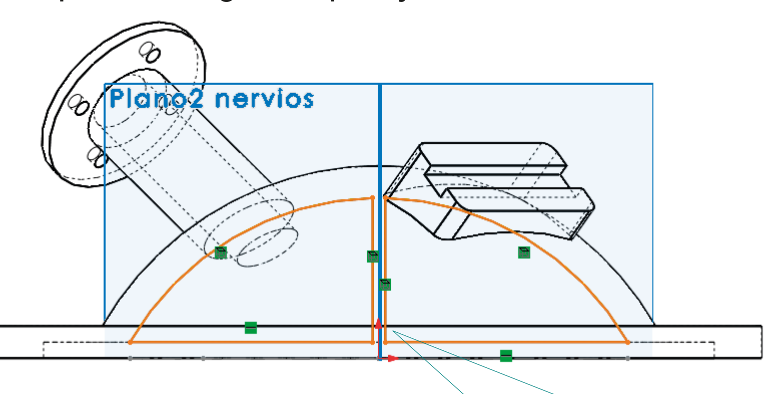

√ Obtenga los nervios de la primera dirección por extrusión de plano medio





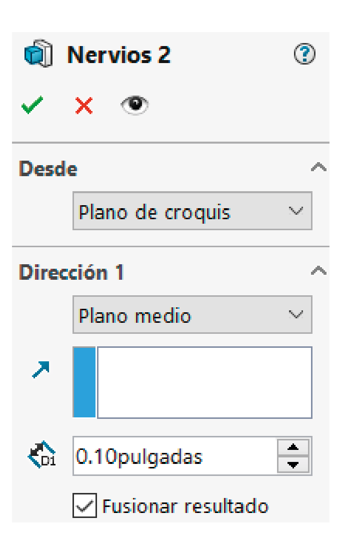
√ Repita el procedimiento para la segunda pareja de nervios

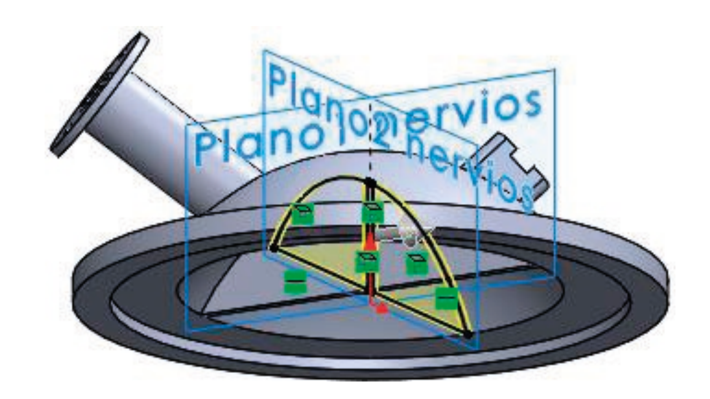
√ Dibuje el croquis de la segunda pareja de nervios en el Datum 4



Observe que el contorno del croquis debe ser ahora diferenciado para cada uno de los dos nervios, porque la primera pareja de nervios ya está modelada

√ Obtenga los nervios de la segunda dirección por extrusión



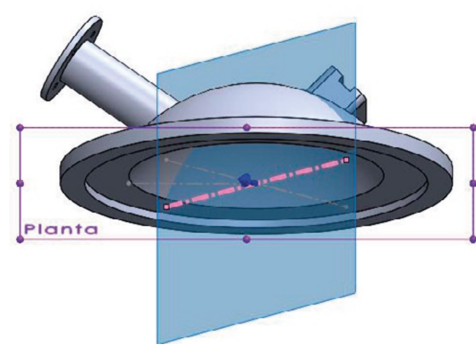


ISBN: 978-84-18432-81-1

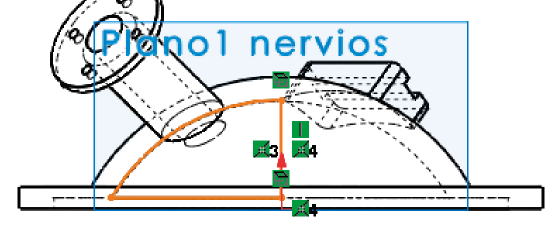
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Alternativamente, modele un nervio,
y obtenga los otros tres por patrón de revolución:

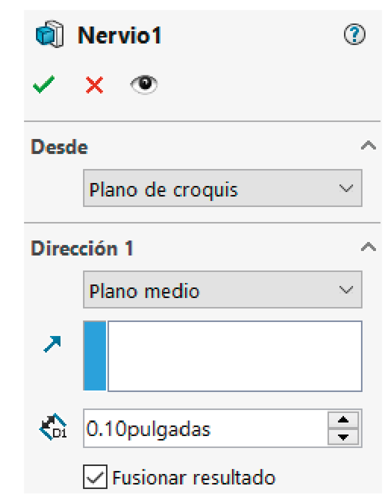
√ Defina únicamente el Datum3

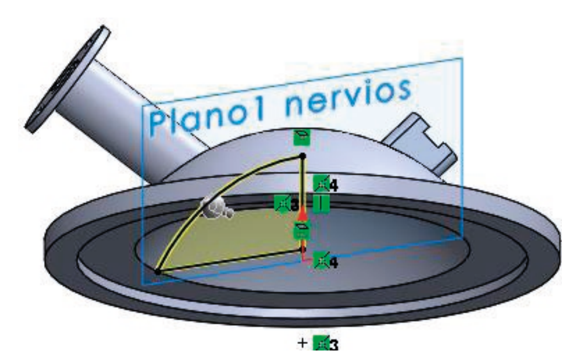


√ Dibuje el croquis de uno de los nervios en el Datum 3



√ Obtenga el nervio por extrusión de plano medio

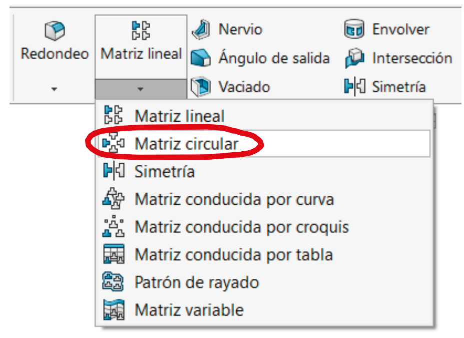




Ejecución

√ Aplique un patrón de repetición circular

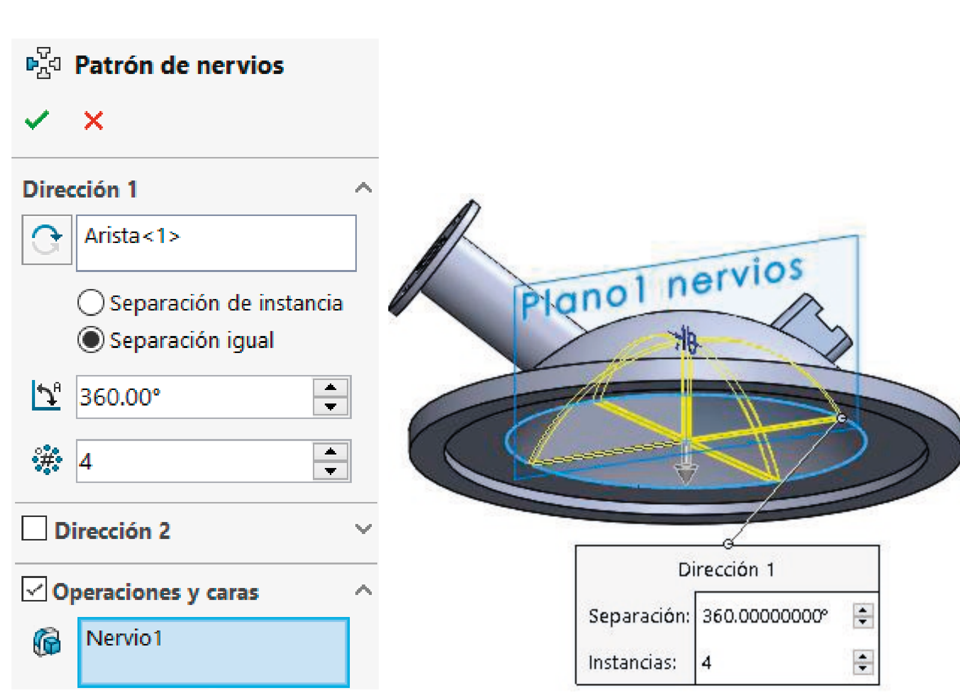
√ Seleccione el comando *Matriz circular*



√ Seleccione el borde inferior del casquete como *Dirección 1*

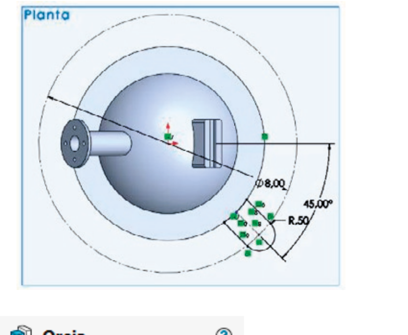
√ Seleccione cuatro repeticiones con *Separación igual*

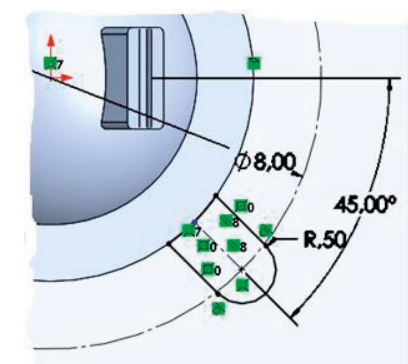
√ Seleccione el nervio como operación a replicar



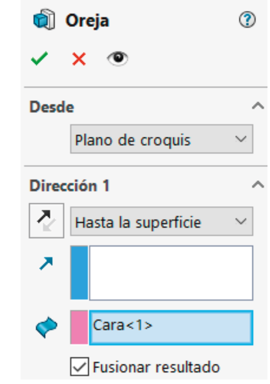
Modele las orejas:

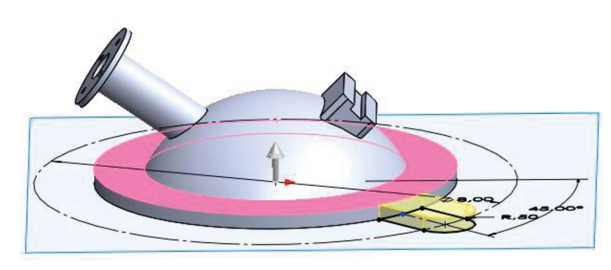
√ Dibuje el croquis del contorno de una oreja en la planta





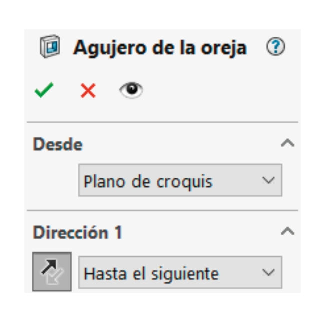
√ Extruya *hasta la superficie* de la cara superior de la tapa, para obtener la oreja

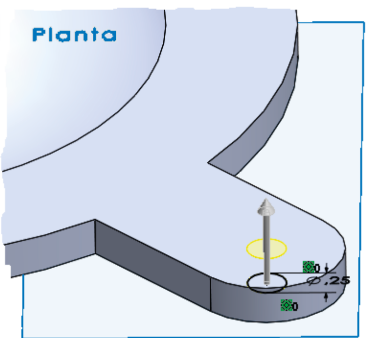




√ Dibuje en la planta el croquis del agujero de la oreja

√ Extruya en corte *hasta el siguiente*, para agujerear la oreja





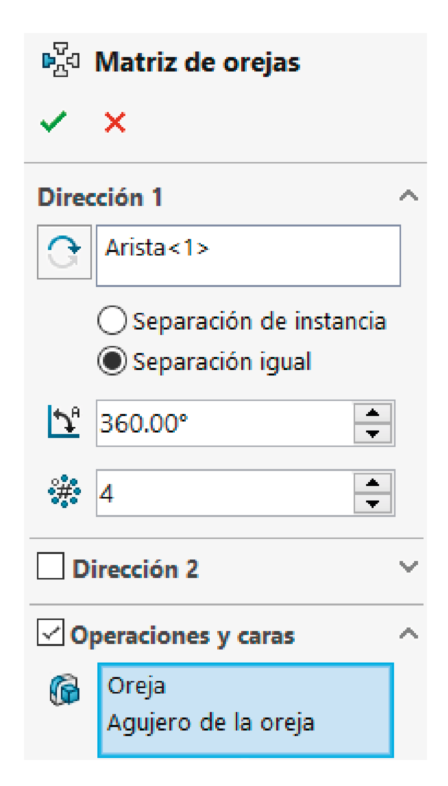
ISBN: 978-84-18432-81-1

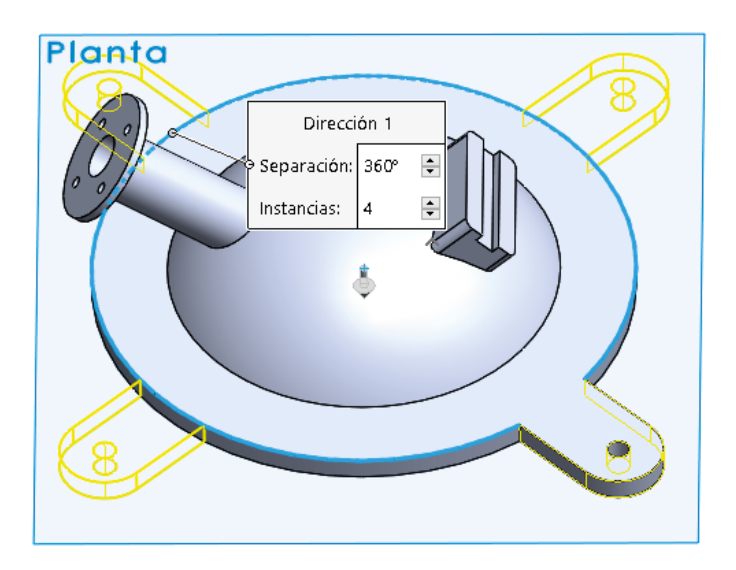
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

√ Repita el procedimiento para las otras tres orejas…

…o aplique un patrón de repetición circular





Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Los datums ayudan a extruir las protusiones desde fuera, evitando cálculos de intersecciones complejas

2 Las operaciones de patrón de replicado simplifican el proceso de modelado

3 Construir nervios con operaciones genéricas de barrido es laborioso

Además, la intersección de los nervios con el resto del sólido puede ser difícil de calcular

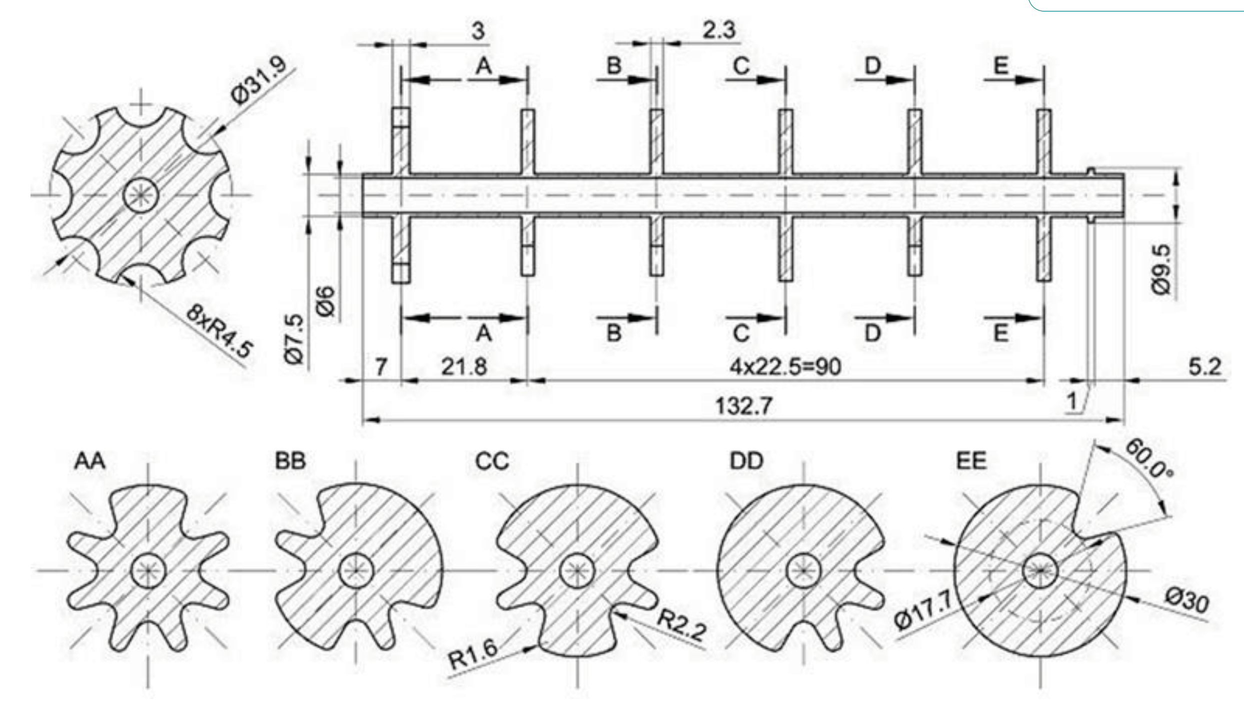
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea

La figura muestra el dibujo de diseño del eje selector de un programador mecánico de un horno eléctrico

El programador completo está modelado en el ejercicio 2.3.4



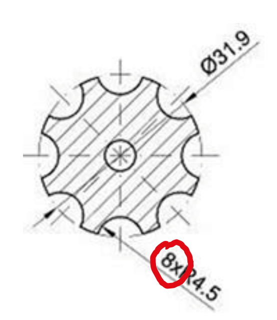
Tarea:

A Obtenga el modelo sólido del eje, utilizando patrones para simplificar el proceso de modelado, y asegurar la igualdad de las ranuras

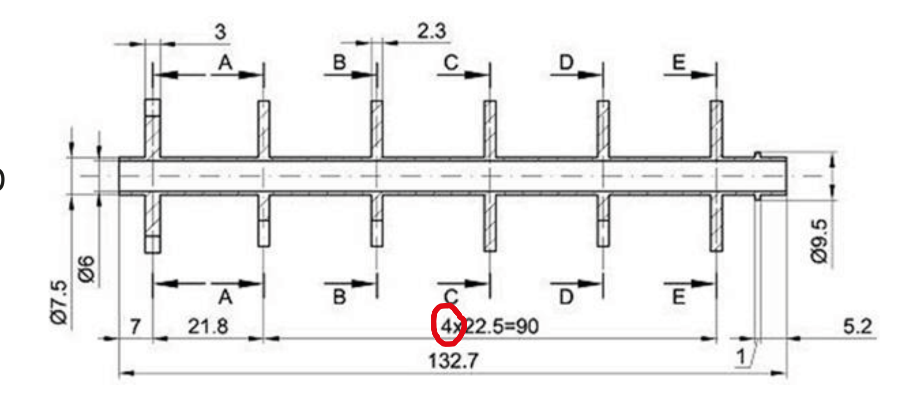
Estrategia

Analice el diseño para descubrir los diferentes patrones de la pieza:

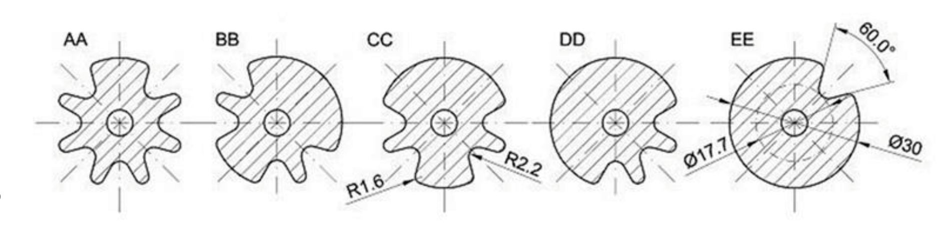
√ El disco de la izquierda tiene ocho ranuras semicirculares distribuidas uniformemente en un patrón circular



√ Los discos de las secciones A, B, C, D y E están situados siguiendo un patrón lineal



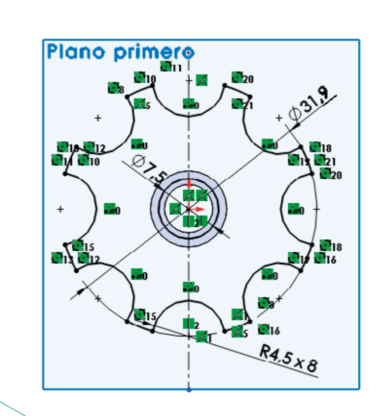
√ Las ranuras de los discos A-E son todas iguales, aunque sus patrones circulares de repetición presentan irregularidades

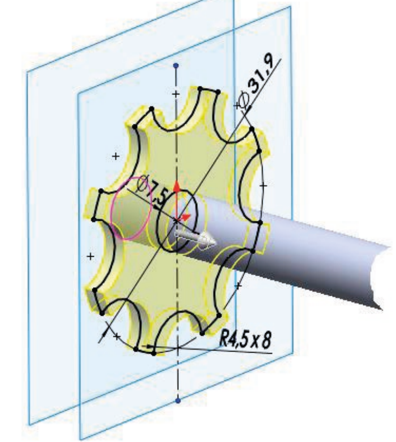


Estrategia

Defina una estrategia de modelado basada en los patrones encontrados:

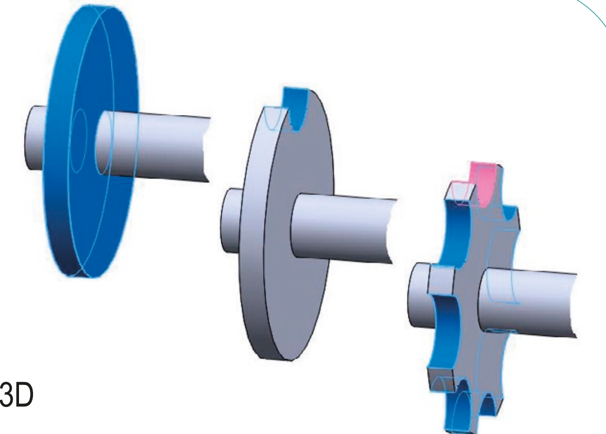
- Puede modelar el disco de la izquierda extruyendo un croquis con ocho ranuras obtenidas por patrón 2D





Alternativamente, puede:

- Obtener un disco sin ranuras
- Añadir una ranura mediante un corte extruido
- Añadir el resto de ranuras mediante un patrón circular 3D



Esta segunda alternativa es más laboriosa, pero tiene menos peligro de error por fallo en el cálculo de patrones circulares encadenados

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

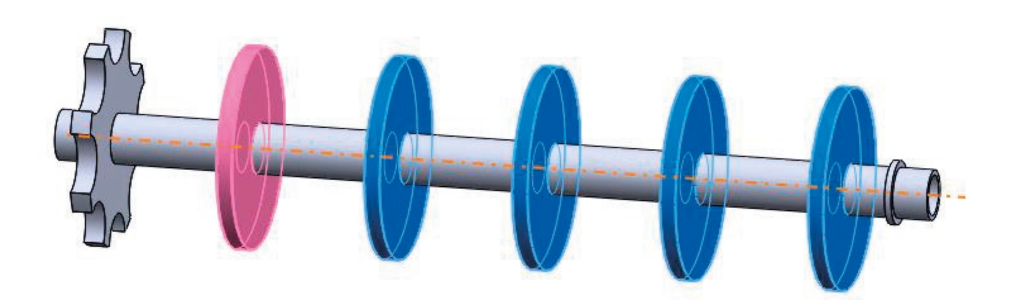
Tarea

Estrategia

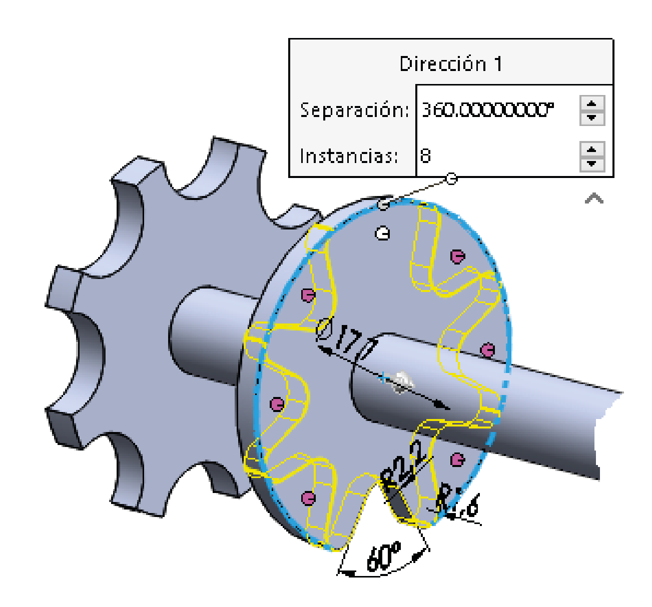
Ejecución

Conclusiones

√ Puede obtener los discos B, C, D y E por patrón lineal a partir del disco A



√ Puede añadir las ranuras de los discos A, B, C, D y E mediante patrones circulares con *instancias ignoradas*



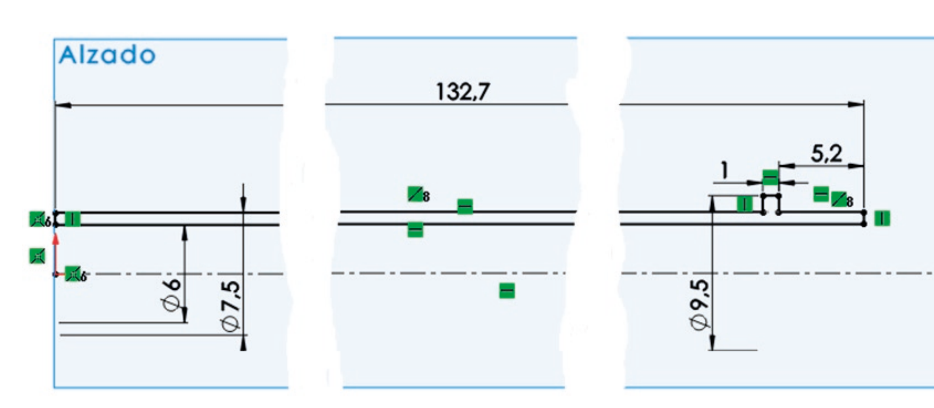
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

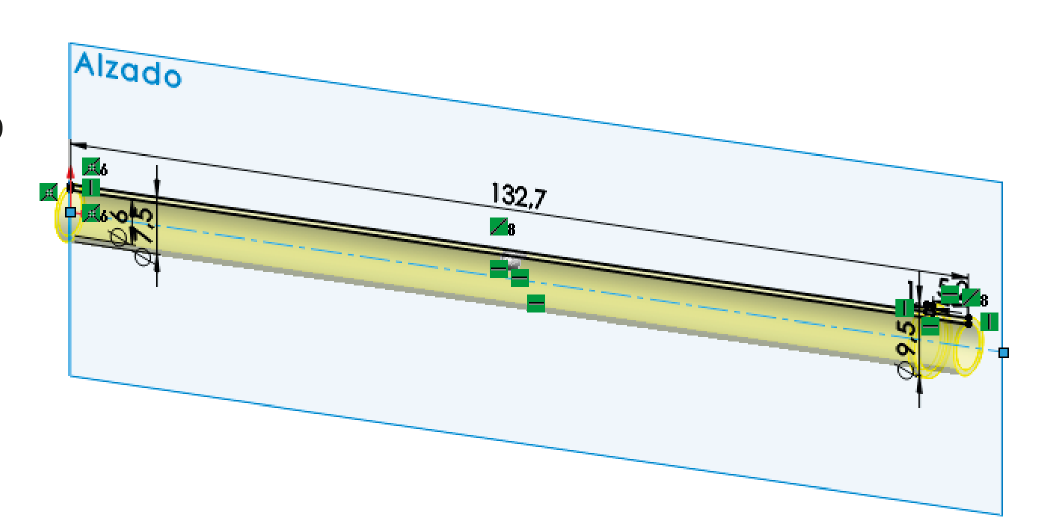
Aplique una revolución para obtener el tubo con el resalte a la derecha:

√ Seleccione el alzado como plano de croquis

√ Dibuje y restrinja el perfil de revolución del tubo



√ Obtenga el tubo por revolución



ISBN: 978-84-18432-81-1

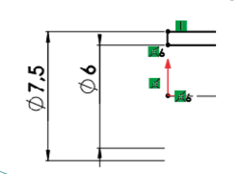
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

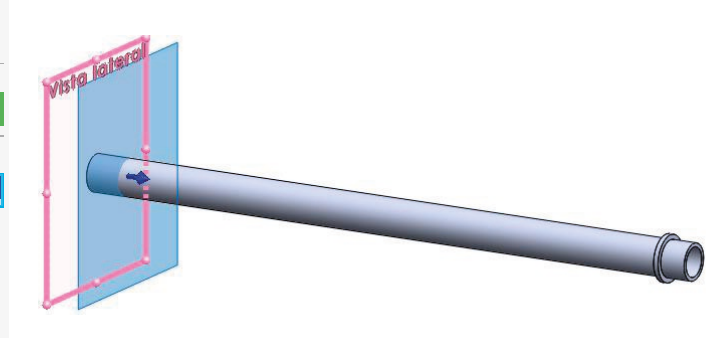
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Obtenga el disco de la izquierda:

√ Defina un plano datum a 7 mm del borde izquierdo

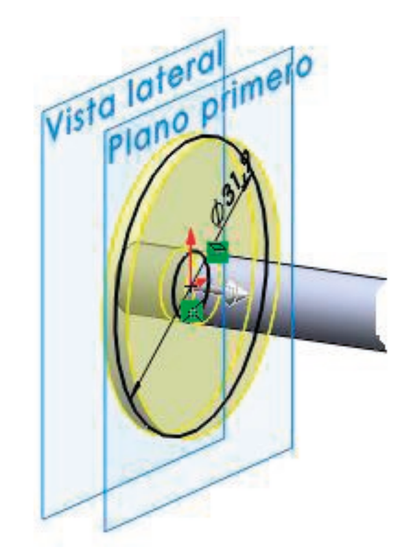
El borde izquierdo será la posición del *Plano lateral* si ha modelado el tubo desde el origen





√ Obtenga el disco liso por extrusión de una circunferencia

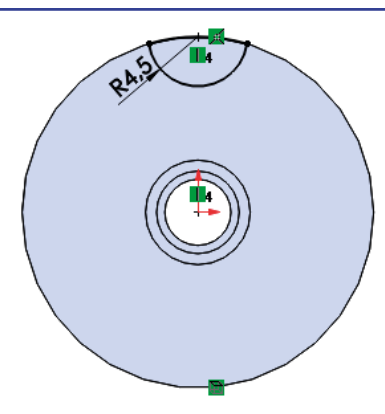
No olvide añadir una circunferencia interior, para que la extrusión no rellene el agujero del tubo del eje



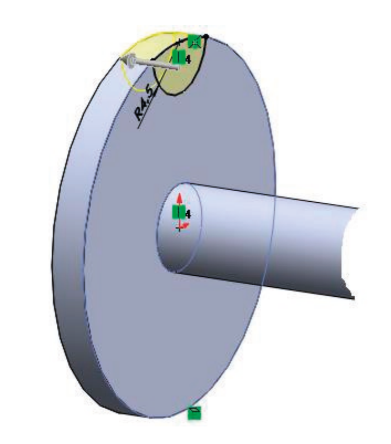
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

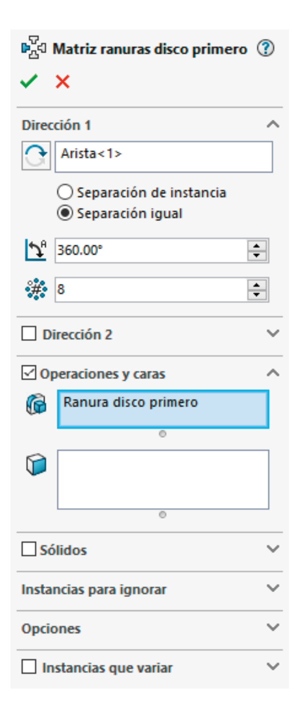
√ Dibuje el croquis de una de las ranuras

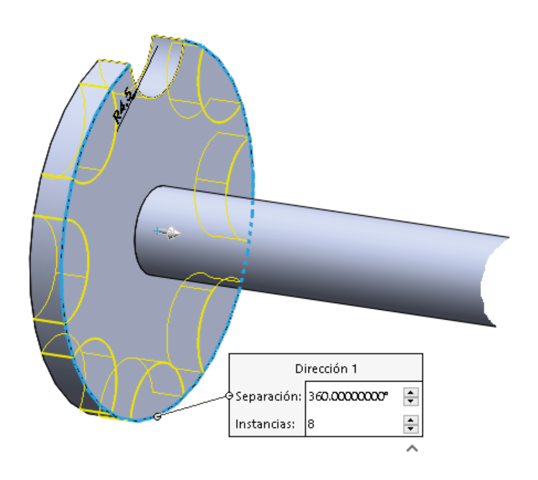


√ Obtenga la ranura por corte extruido



√ Obtenga el resto de ranuras por patrón circular 3D





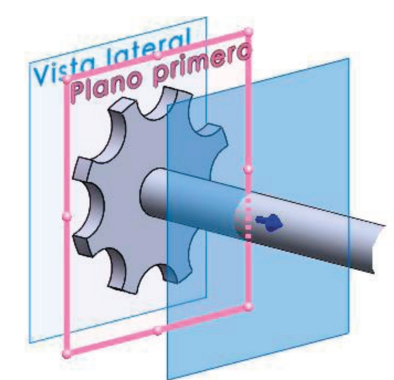
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

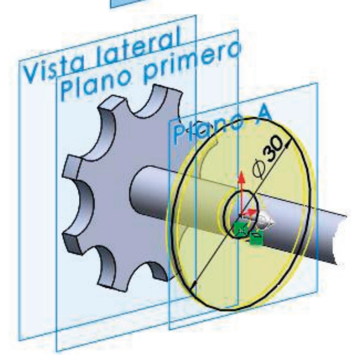
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

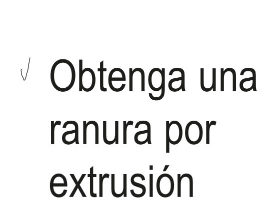
Obtenga el disco A:

√ Defina el plano de posición del disco A

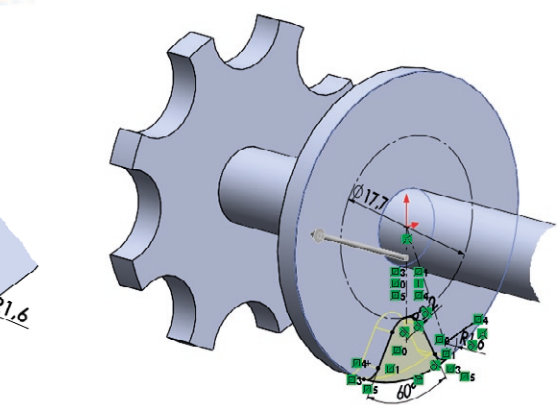


√ Obtenga el disco liso por extrusión





√ Obtenga una ranura por extrusión

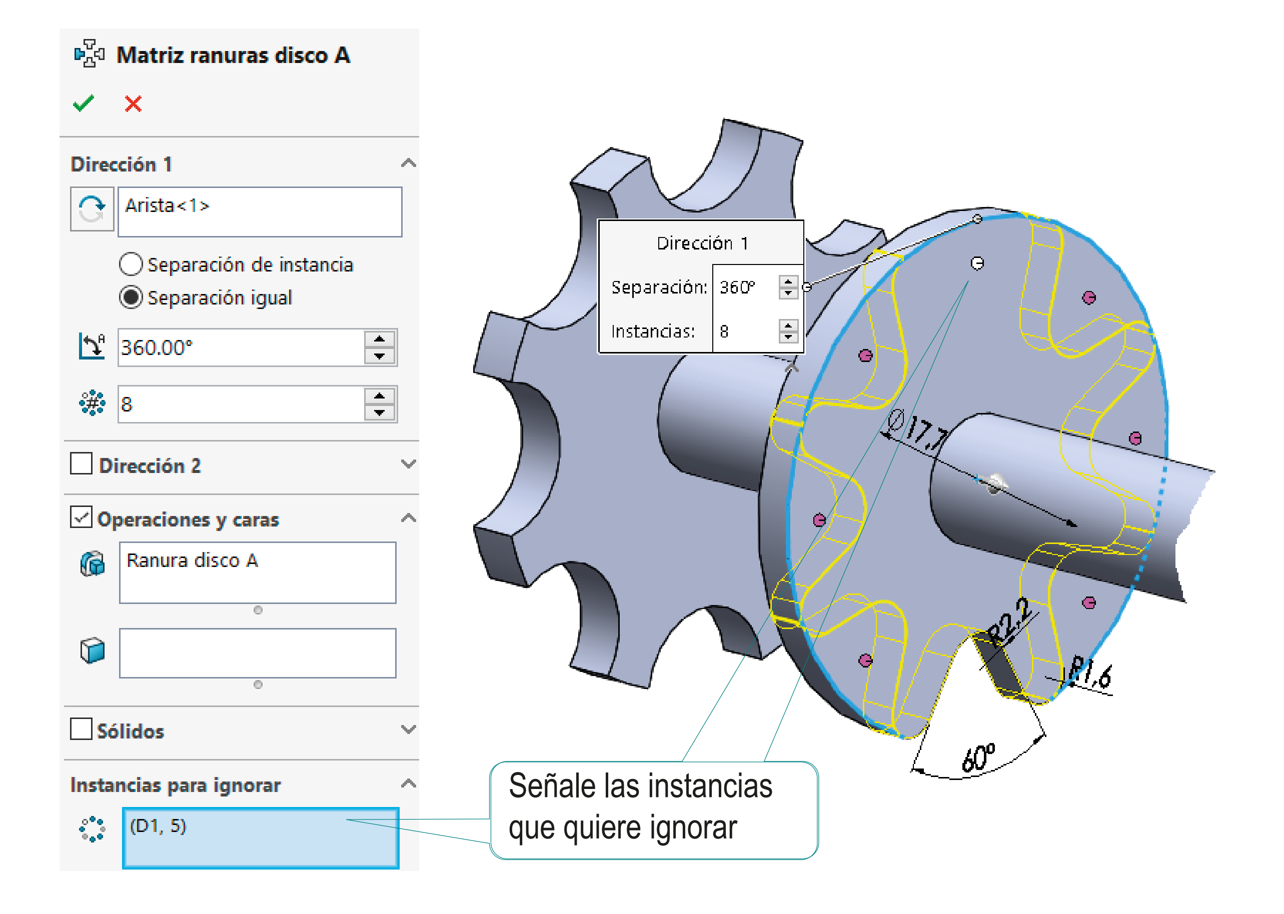


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

- Obtenga el resto de ranuras mediante un patrón con instancias ignoradas



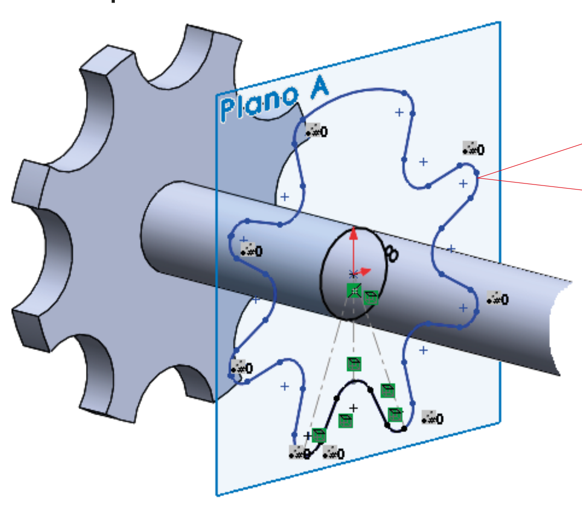
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

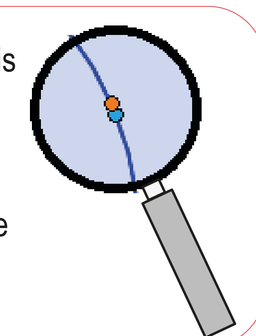


Alternativamente, obtenga directamente el disco ranudado:

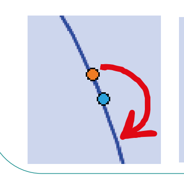
√ Dibuje su contorno con ayuda de un patrón

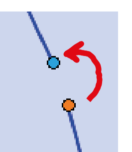


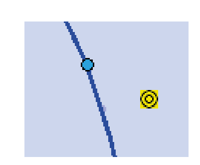
Observe que el croquis no queda completamente definido, porque los enlaces no siempre se fusionan



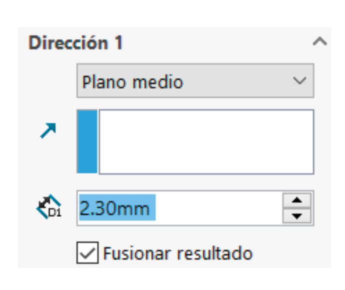
Edite esos puntos hasta que se fusionen, arrastrando uno de los extremos para separarlo y volverlo a unir al otro

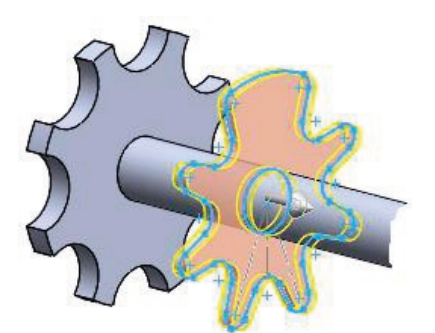






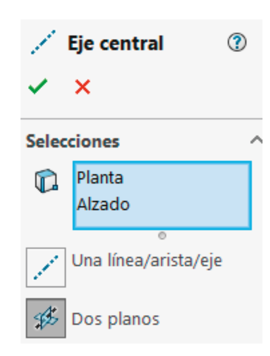
√ Extruya para obtener el disco

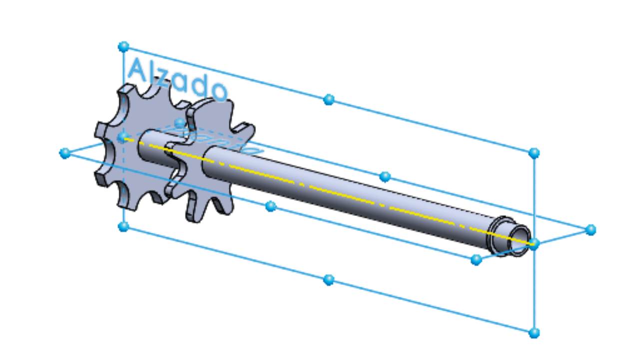




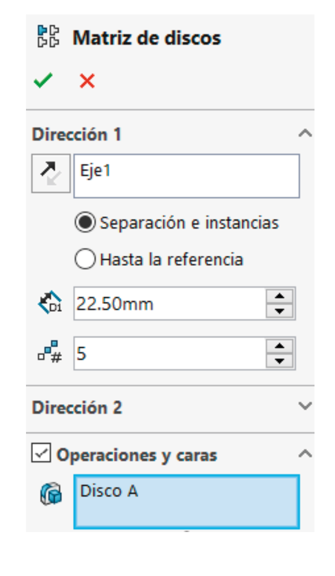
Si ha modelado el disco A como liso, puede obtener el resto de discos lisos mediante un patrón lineal

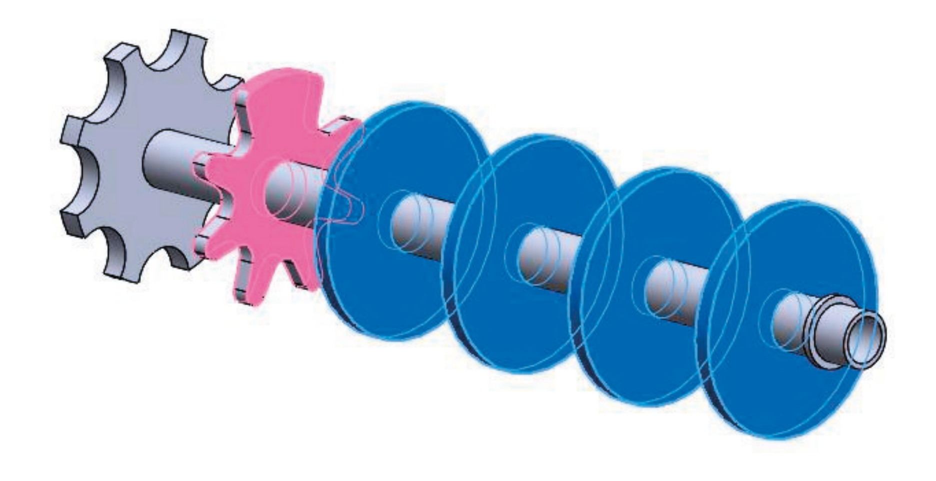
√ Defina un eje datum en la intersección entre el alzado y la planta





√ Use el eje datum para un patrón lineal





ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

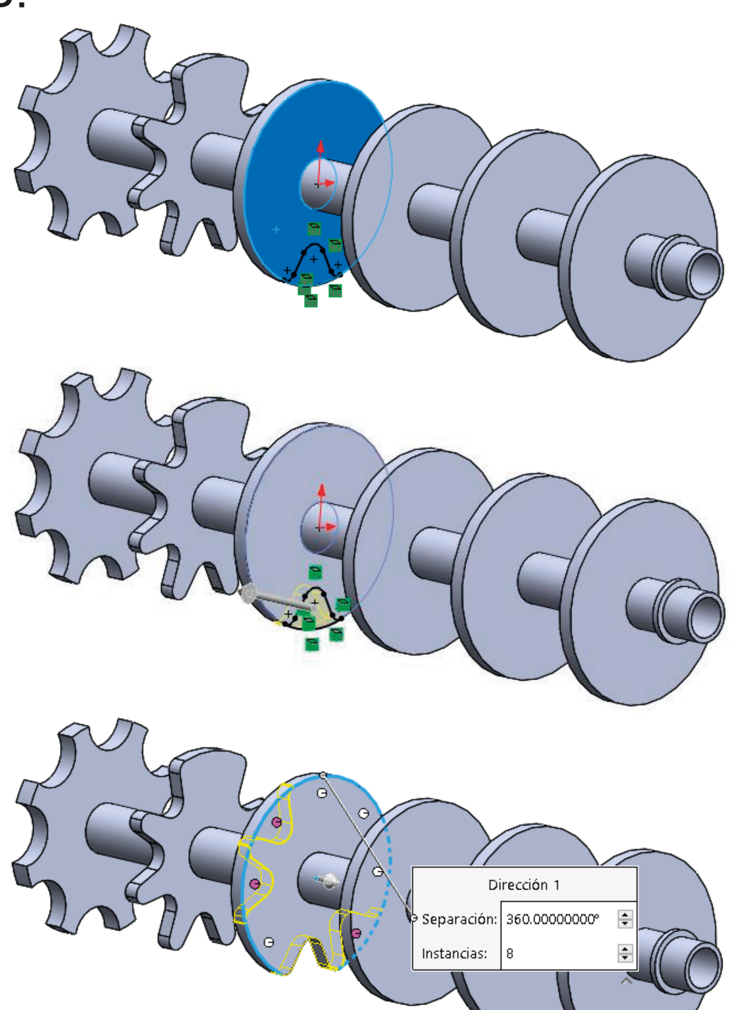
Añada las ranuras al disco B:

√ Use convertir entidades para dibujar el croquis de una de las ranuras

Así garantiza que todas las ranuras sean iguales, y que se puedan cambiar modificando la primera de ellas

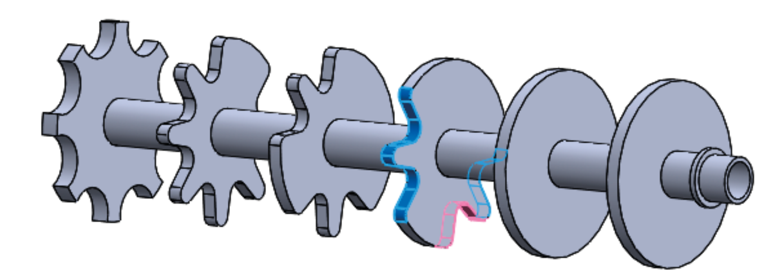
√ Haga el corte extruido

√ Obtenga el resto de ranuras mediante un patrón con instancias ignoradas

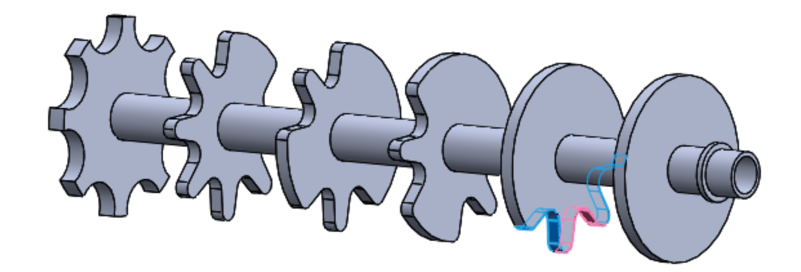


Repita el procedimiento para el resto de discos:

√ Obtenga las ranuras del disco C

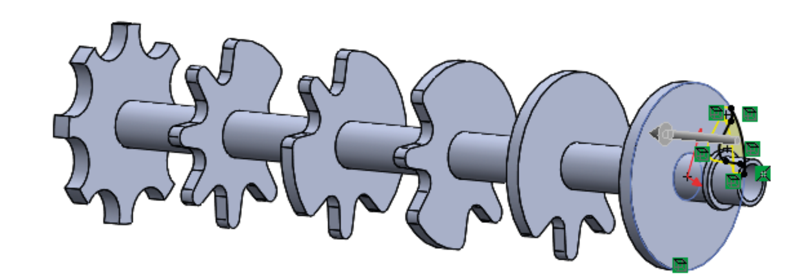


√ Obtenga las ranuras del disco D



√ Obtenga la ranura del disco E

En éste caso no hace falta el patrón de repetición

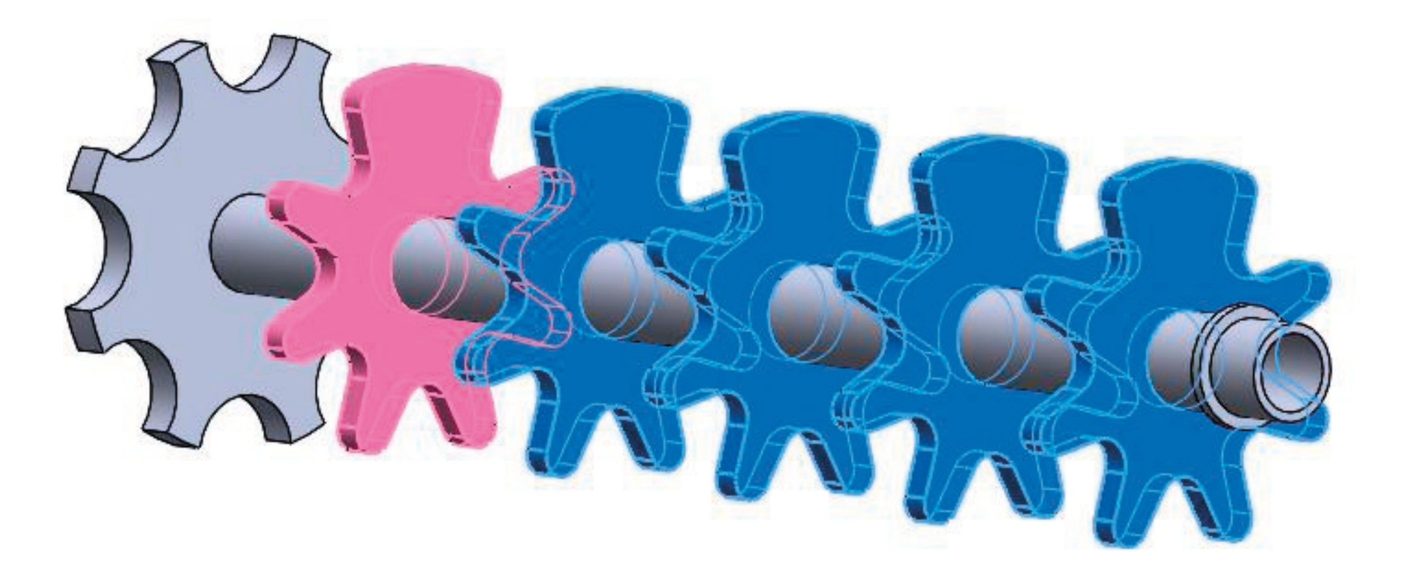


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Si ha modelado el disco A directamente ranurado, un patrón lineal para obtener el resto de discos produciría la misma distribución de ranuras en todos



Por tanto, el resto de discos se tendrían que modelar sin aplicar patrón, y repitiendo completo el proceso empleado para el disco A

Requiere más operaciones, y no garantiza la igualdad de todas las ranuras

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Se muestra como se puede obtener un modelo con diferentes patrones

Debe analizar el modelo para seleccionar la mejor combinación de patrones

2 Se muestran las diferencias entre patrones 2D y 3D

Los patrones 2D enlazados no siempre fusionan bien los enlaces entre repeticiones

Son preferibles los patrones 3D, para mantener los croquis tan simples como sea posible

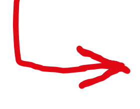
3 Se muestra la opción de *ignorar instancias* para convertir en irregulares los patrones regulares

Capítulo 1.6. Características CAD

Capítulo 1.6. Características CAD

Introducción

El concepto de elemento característico tiene diferentes significados en distintos contextos



En CAD se entiende por elemento característico cualquier componente de un modelo que se gestiona de forma separada

Los elementos característicos, también se denominan "características", o "features"

Hay tres grandes tipos de características vinculadas con el CAD:

1 de diseño, en la mente del diseñador

Se convierten en

2 de forma, en las operaciones de modelado

Se convierten en

3 de fabricación, para planificación de procesos

Las transformaciones entre características no son ni directas ni automáticas

El objetivo de la metodología de diseño basado en características (FBD) es reducir la necesidad de transformaciones, usando las mismas características en todos los procesos

La metodología se identifica con el acrónimo FBD, por "Feature-Based Design", o "Design-by-features"

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Definición

Las características de forma son los sólidos resultantes de cualquier operación de modelado

↔

Las características de diseño son aquellas partes de objetos que tienen algún particularidad geométrica o topológica interesante

Son descripciones precisas de formas geométricas tridimensionales, vinculadas con componentes elementales de geometrías más complejas

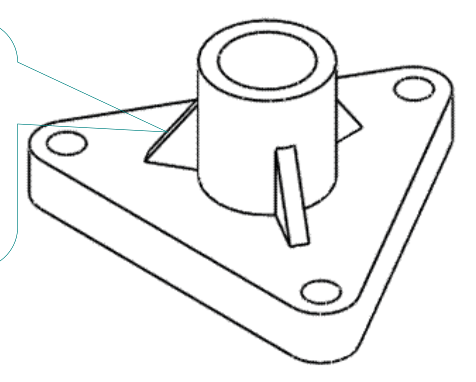
Son configuraciones geométricas que transmiten un propósito o intención de diseño, relacionados con la función del objeto

Se dice que las características de forma tienen bajo "nivel semántico":

- ✗ No transmiten intención de diseño
- ✗ No aportan soluciones contrastadas

Una característica de diseño es una región o una parte de un objeto con alguna geometría o topología vinculada con la función

Por ejemplo, un conjunto de nervios uniformemente distribuidos tiene la función de aumentar la resistencia mecánica con poco incremento de peso

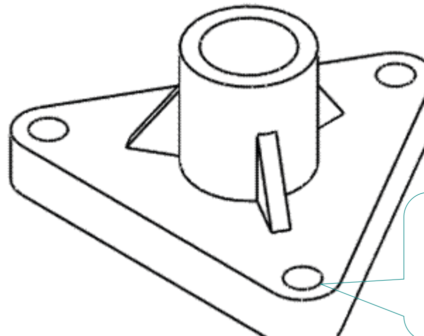


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Las características de fabricación son modificaciones geométricas que simulan los procesos de fabricación de la pieza



Por ejemplo, los taladros son el resultado de agujerear con una broca

Las características de fabricación distinguen geometrías vinculadas a métodos de fabricación específicos:

- Mecanizado
  - Cajera circular (circular pocket)
  - Taladro ciego/pasante (blind/thru drill)
  - Redondeo de aristas (edge round, fillet)
  - Escalón (step)
  - Superficie avellanada (ream surface)
  - Ranura (slot)
  - Chaflán (chamfer)
- Moldeo
  - En la construcción de moldes para colada por gravedad, se usan mazarotas, noyos, canales de colada, cavidades del molde, etc.
- Inyección
- etc.

ISBN: 978-84-18432-81-1

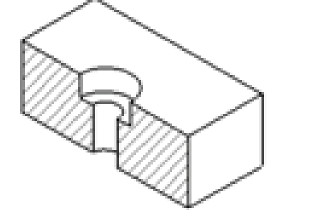
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



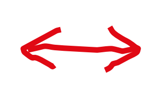
La distinción entre características de diseño o de fabricación no siempre está clara

Agujero refrentado (Counterbore)



Agujero avellanado (Countersink)

Los agujeros refrentados o avellanados se obtienen por procesos de fabricación



Pero, su función es alojar tornillos, de manera que la cabeza no sobresalga

Adicionalmente, proveen asientos uniformes para repartir las cargas de los tornillos y/o ayudan a alinear el tornillo durante el montaje

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción
Definición
Utilidad
FBD
Claro
Int. diseño
Rúbrica

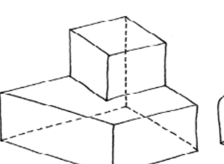
Las características tienen más inconvenientes:

√ No existe un catálogo de características aceptado por todos

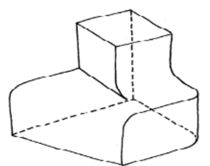
Aunque algunas son muy comunes:

√ Hay consenso en identificar los redondeos como características

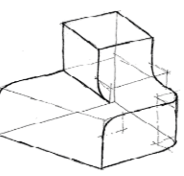
√ Además, muchas aplicaciones CAD incluyen herramientas específicas y eficientes para modelar redondeos



"Esqueleto" sin redondeos

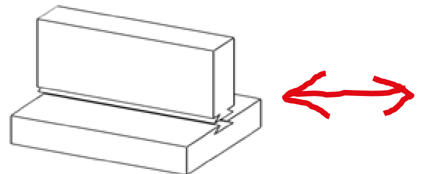


Pieza final redondeada

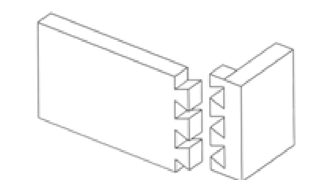


Redondeos resaltados

√ El significado de las características depende del contexto



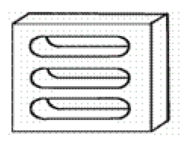
Una guía única combinada con una ranura proporciona una unión deslizante



Un conjunto de guías combinado con un conjunto de ranuras proporciona una unión fija



Una ranura colisa usada en una unión mediante perno permite corregir pequeños desalineamientos



Un conjunto de ranuras colisas sirve para aligerar una pieza, o permitir la ventilación

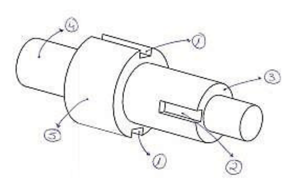
ISBN: 978-84-18432-81-1

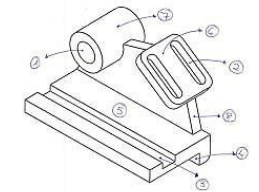
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Utilidad

A pesar de los inconvenientes, diseñar mediante características es una forma natural de trabajar para muchos diseñadores

- √ Los diseñadores comparten un conjunto de elementos característicos que ellos pueden identificar en los dibujos





- √ Hay evidencias de que, al menos para los elementos característicos más comunes, los diseñadores saben conjeturar sobre su intención de diseño
- √ Los diseñadores usan la funcionalidad de los elementos característicos para tratar de dar sentido a los objetos

Por ello, la metodología de diseño basado en características (FBD) agrupa comandos para automatizar la creación y modificación de elementos geométricos

El diseño basado en características (FBD) tiene tres objetivos:

Distintos y, a veces, contradictorios

1. Simplificar el modelado
   - √ Los usuarios reducen su carga de trabajo, porque gestionan características de mayor nivel semántico

     Un agujero avellanado explica la intención de diseño, y se puede obtener sin crear ni un plano datum, ni un perfil, ni una operación de corte extruido

   - √ El conjunto de características disponible actúa como un repositorio, sugiriendo soluciones verificadas en diseños previos

2. Transmitir las intenciones de diseño
   - √ Deja constancia de las intenciones de diseño en el árbol del modelo
   - √ Evita que se elijan soluciones malas, porque no permite las instanciaciones incorrectas

     Un agujero taladrado no puede modificarse libremente, debe atenerse a una tabla de valores normalizados (las brocas)

3. Vincular el proceso de diseño con el subsiguiente proceso de fabricación

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Utilidad

El diseño basado en características (FBD) tiene tres objetivos:

Distintos y, a veces, contradictorios

1. Simplificar el modelado

2. Transmitir las intenciones de diseño

3. Vincular el proceso de diseño con el subsiguiente proceso de fabricación

Las características de fabricación ayudan al diseñador a rechazar alternativas de diseño que sean incompatibles con los medios de fabricación disponibles

Esto puede suponer un inconveniente, cuando impide que el diseñador busque soluciones imaginativas para resolver problemas de diseño

Puede coartar la libertad del diseñador cuando busca la mejor solución de diseño

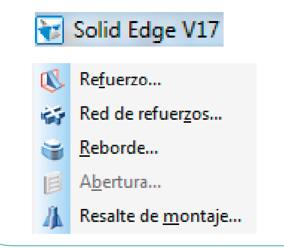
Por tanto, este objetivo debe desecharse cuando contradiga a los otros dos, o cuando el diseñador no sea experto en los procesos de fabricación

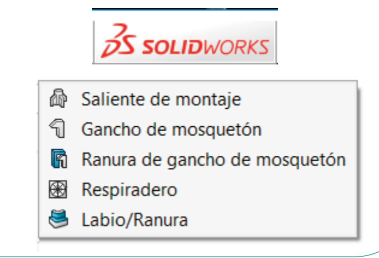
Diseño basado en características

En las aplicaciones CAD de modelado, hay dos grupos de características:

1. Características integradas en la aplicación

El catálogo de características integradas es diferente para cada aplicación CAD



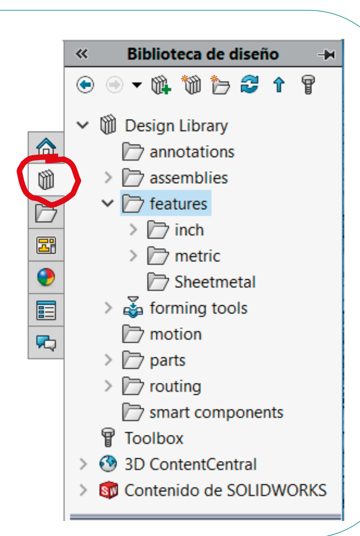


2. Características definidas en una librería

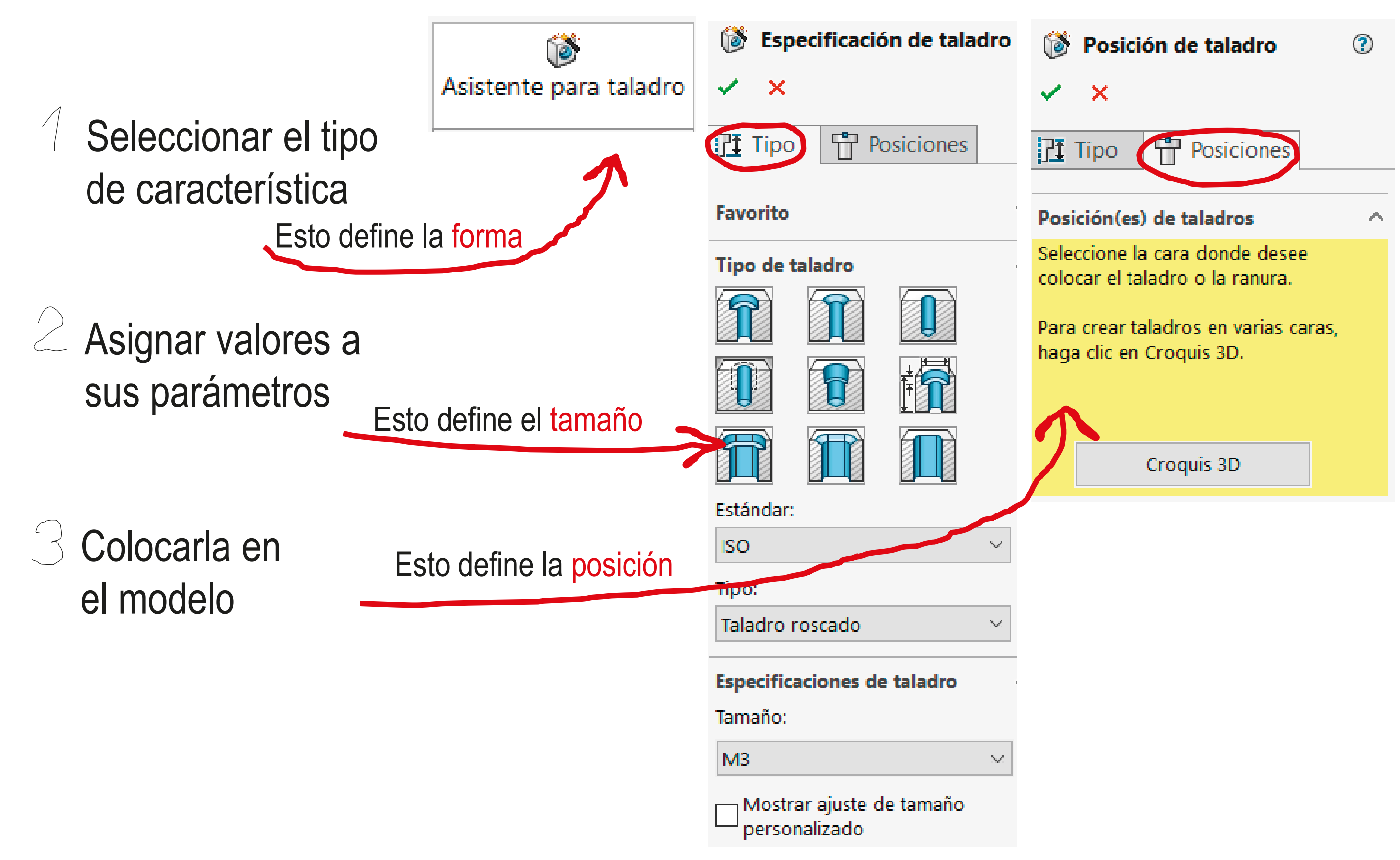
El catálogo de características de la biblioteca también depende de las aplicaciones

✗ Algunos programas no tienen biblioteca de elementos característicos

√ Algunos programas permite agregar nuevos elementos característicos a la biblioteca

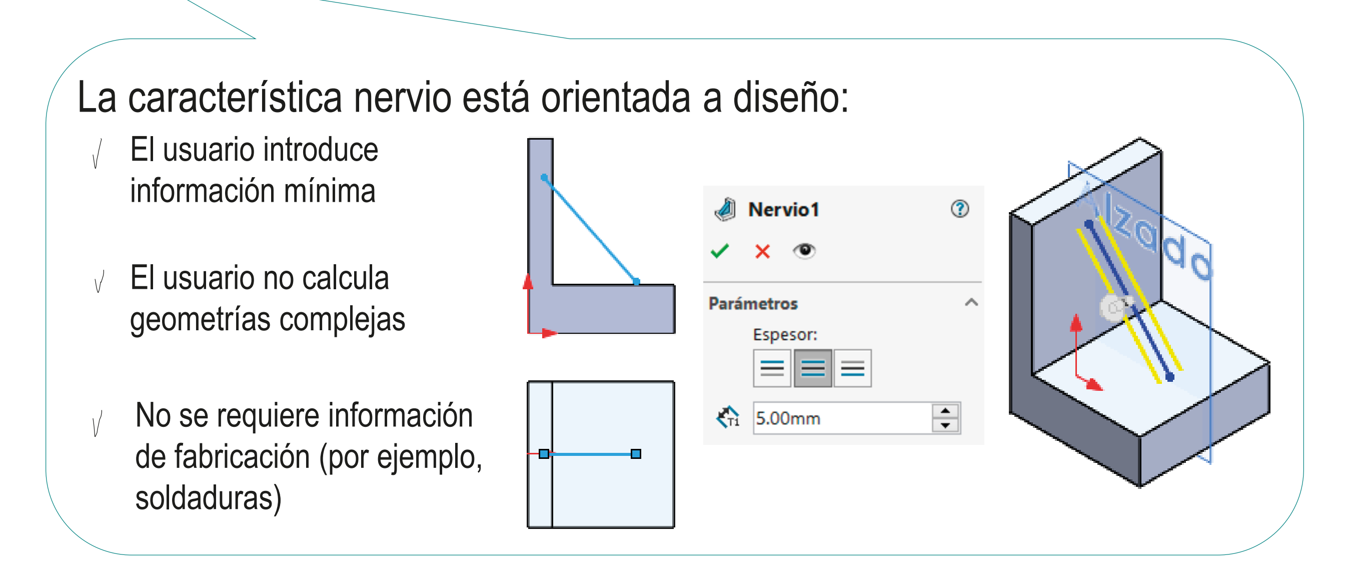


Para añadir una característica a un modelo hay que completar tres fases:

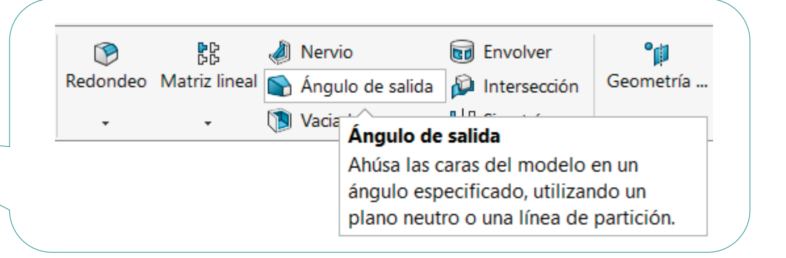


El proceso completo se conoce como *instanciación*

Algunas características integradas están orientadas a diseño



Otras características están casi exclusivamente orientadas a fabricación

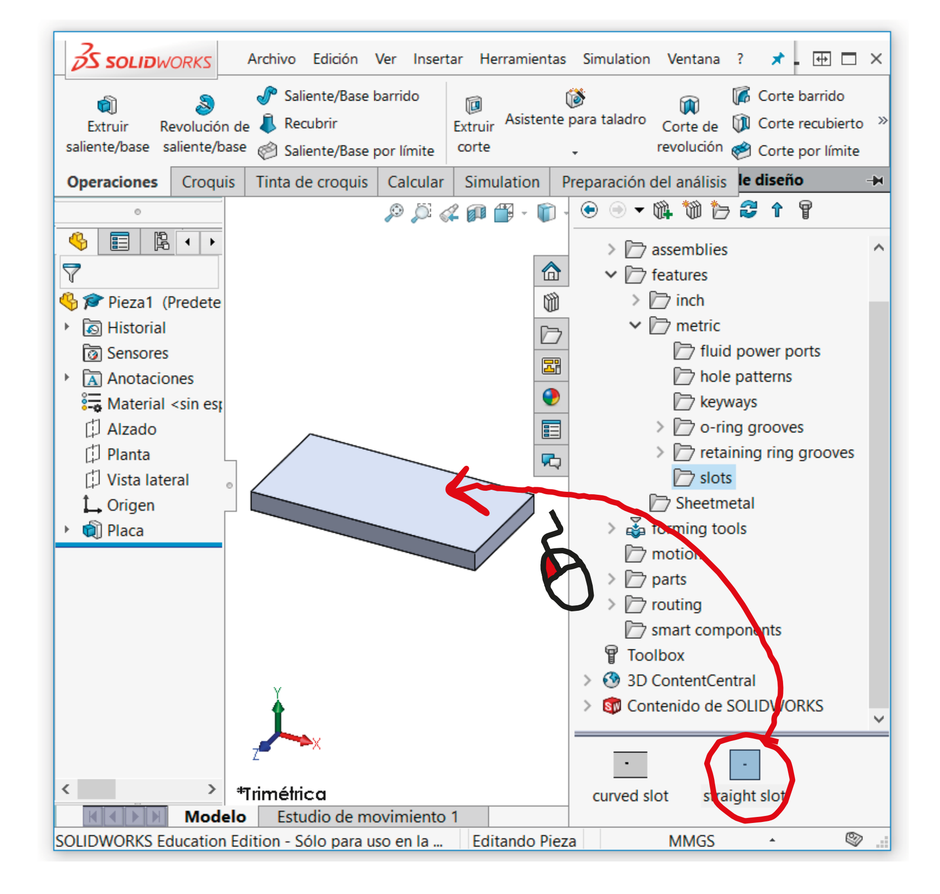


ISBN: 978-84-18432-81-1

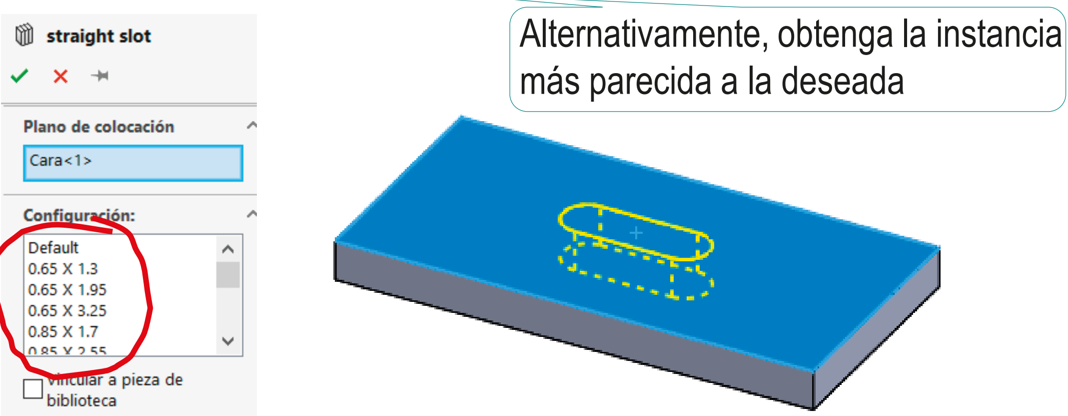
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para modelar mediante características de biblioteca se añade el elemento genérico al árbol del modelo y se edita para obtener la instancia deseada

√ Seleccione el elemento de la biblioteca de *features* y defina su posición "arrastrándolo" hasta el modelo

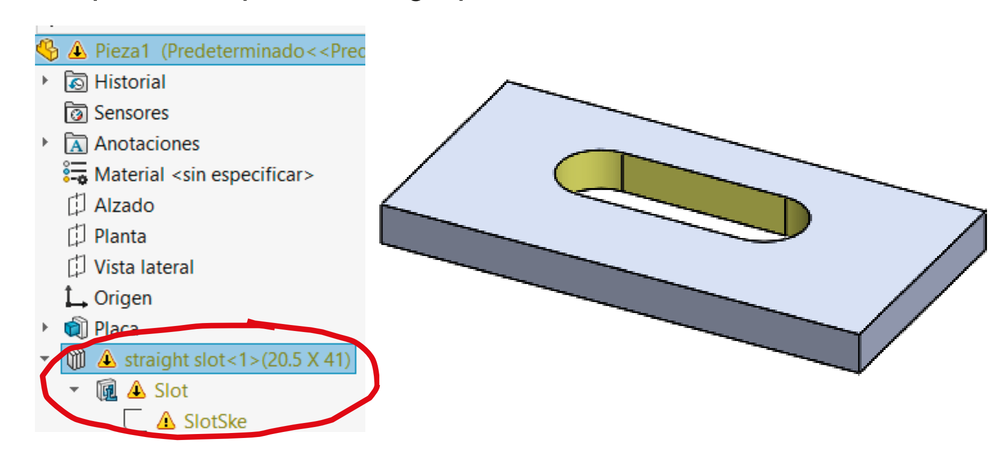


√ Seleccione los parámetros apropiados para obtener la instancia deseada



Alternativamente, obtenga la instancia más parecida a la deseada

√ Edite la operación para corregir posibles errores



Modelo claro

Dado que los documentos CAD se comparten durante el proceso de diseño, es importante *comunicar* su función, haciendo modelos claros

Para maximizar la comunicación, los documentos deben:

√ Ser comprensibles (para ser entendibles a primera vista)

1 Las operaciones de modelado deben etiquetarse en el árbol del modelo, para enfatizar su función, en lugar de cómo han sido construidas

2 Las operaciones de modelado relacionadas deben agruparse en el árbol del modelo, para enfatizar las relaciones padre-hijo

√ Priorizar las operaciones de modelado compatibles y con alto nivel semántico

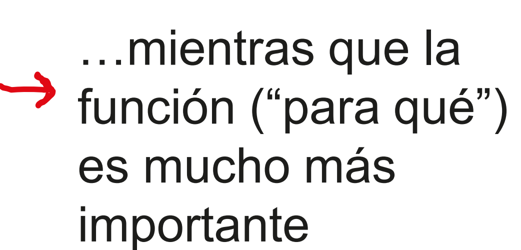
3 Las operaciones de modelado más compatibles tienen preferencia

4 Las características de diseño/fabricación tienen preferencia

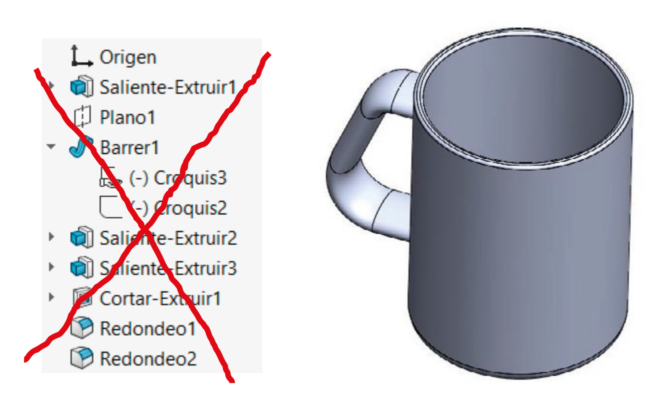
Modelo claro

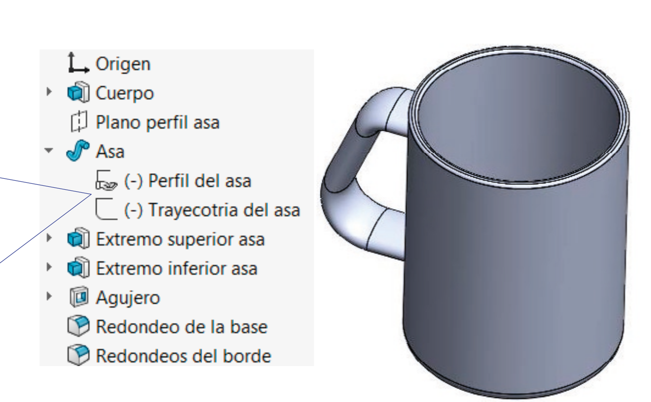
Las operaciones de modelado tienen etiquetas automáticas…

…que describen la operación usada para crean las operaciones (“cómo”)…



…mientras que la función (“para qué”) es mucho más importante





Recomendación:

- Re-etiquete los nombres por defecto de las operaciones de modelado, para cambiar la descripción de la operación por una explicación breve de su función

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelo claro

2 Las operaciones de modelado pueden agruparse siguiendo diferentes criterios:

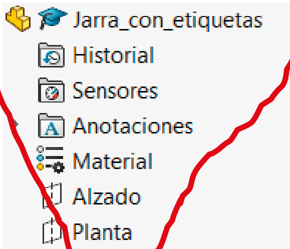
Todos los redondeos al final

- Jarra_con_etiquetas
- Historial
- Sensores
- Anotaciones
- Material
- Alzado
- Planta
- Vista lateral
- Origen
- Cuerpo
- Plano perfil asa
- Asa
- Extremo superior asa
- Extremo inferior asa
- Agujero
- Redondeo de la base
- Redondeos del borde

Redondeos agrupados con los elementos que modifican

- Jarra_con_etiquetas
- Historial
- Sensores
- Anotaciones
- Material
- Alzado
- Planta
- Vista lateral
- Origen
- Cuerpo
- Redondeo de la base
- Plano perfil asa
- Asa
- Extremo superior asa
- Extremo inferior asa
- Agujero
- Redondeos del borde

Ninguna agrupamiento reconocible



- Vista lateral
- Origen
- Plano perfil asa
- Cuerpo
- Asa
- Extremo superior asa
- Redondeo de la base
- Agujero
- Extremo inferior asa
- Redondeos del borde

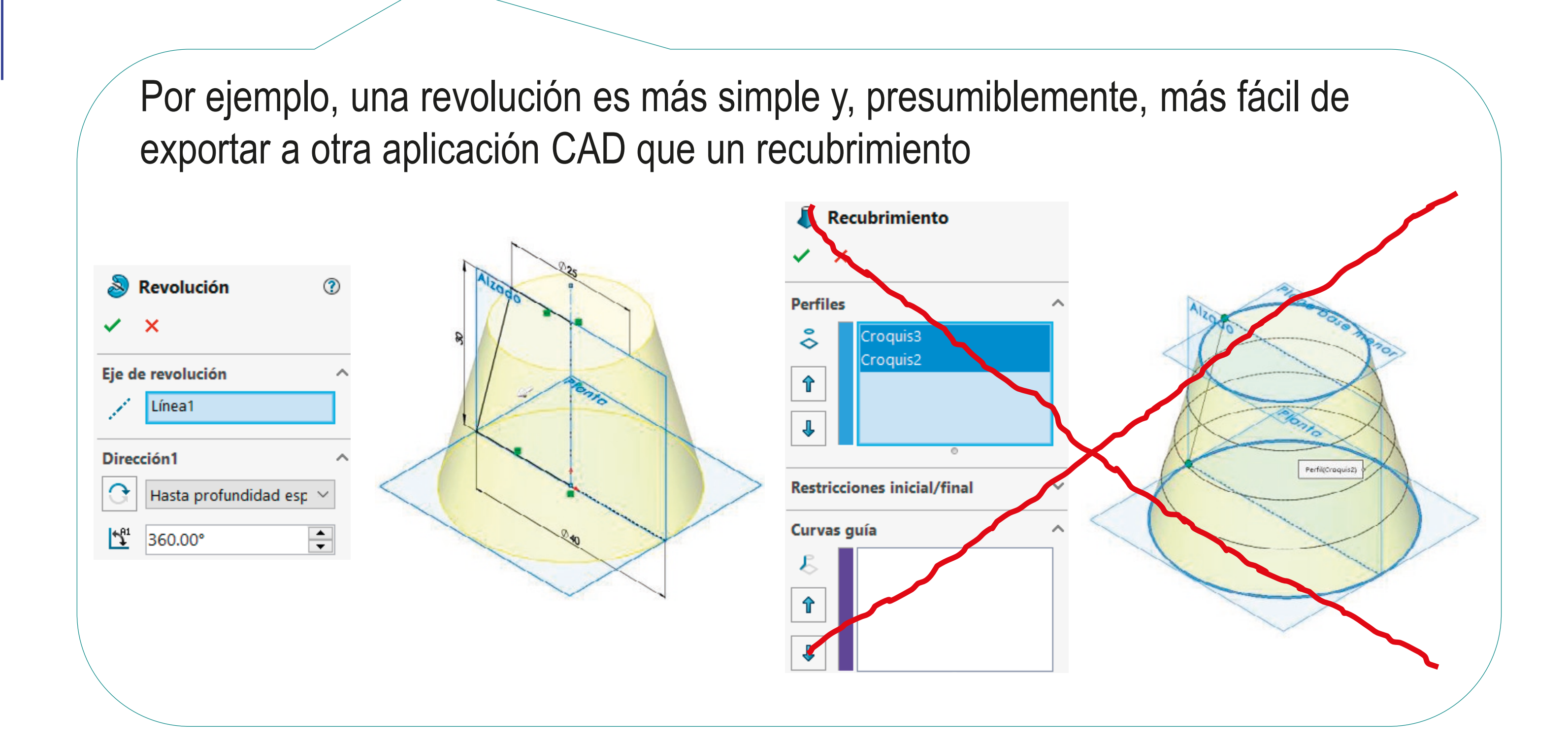
¡No existe una solución óptima!

Recomendación:

√ En lugar de buscar la "mejor" solución, simplemente evite las soluciones claramente malas

3 Cuando haya varias alternativas de modelado, seleccione la más simple y más compatible

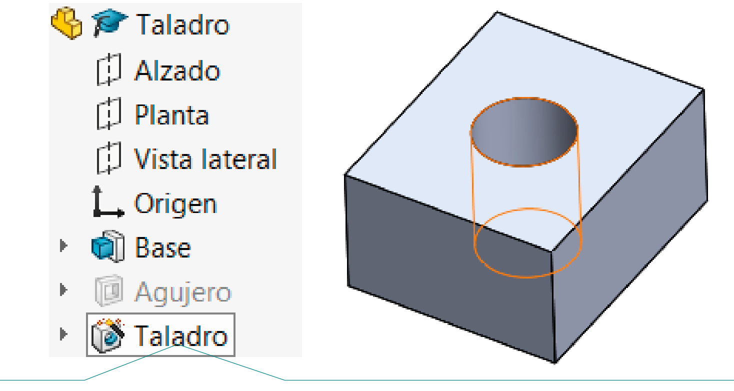
Por ejemplo, una revolución es más simple y, presumiblemente, más fácil de exportar a otra aplicación CAD que un recubrimiento



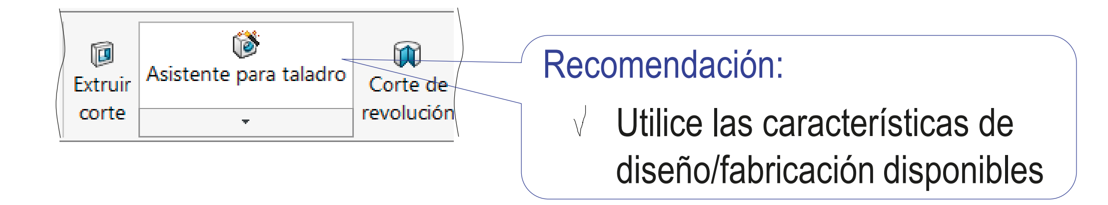
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

4 Modelar con características de diseño/fabricación es preferible a usar operaciones genéricas (características de forma)



La operación *taladro* garantiza un taladro compatible, mejor que la operación genérica de *cortar/extruir*



Recomendación:

√ Utilice las características de diseño/fabricación disponibles

⚠ Este criterio tiene excepciones, porque usar características exclusivas y sofisticadas puede reducir la portabilidad del modelo CAD

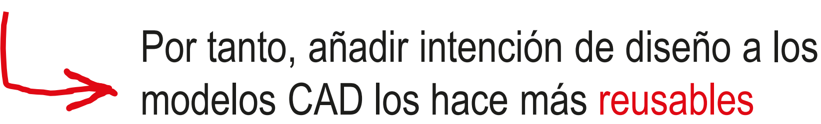
Modelo con intención de diseño

La sexta dimensión de las rúbricas CAD está encaminada a medir la capacidad de los modelos para transmitir intención de diseño

> Intención de diseño es la manifestación de los requerimientos del diseño en la forma del modelo CAD

Hay dos ideas que ayudan a entender mejor el concepto de intención de diseño:

- √ A un nivel de abstracción más bajo, la Intención de diseño se puede definir como el comportamiento esperado al alterar los modelos CAD



Por tanto, añadir intención de diseño a los modelos CAD los hace más reusables

- √ La intención de diseño abarca información compleja, por lo que NO existen métodos estándar para comunicarla

→ Pero hay estrategias que permiten hacer explícitas en el árbol del modelo ciertas intenciones de diseño

CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelo con intención de diseño

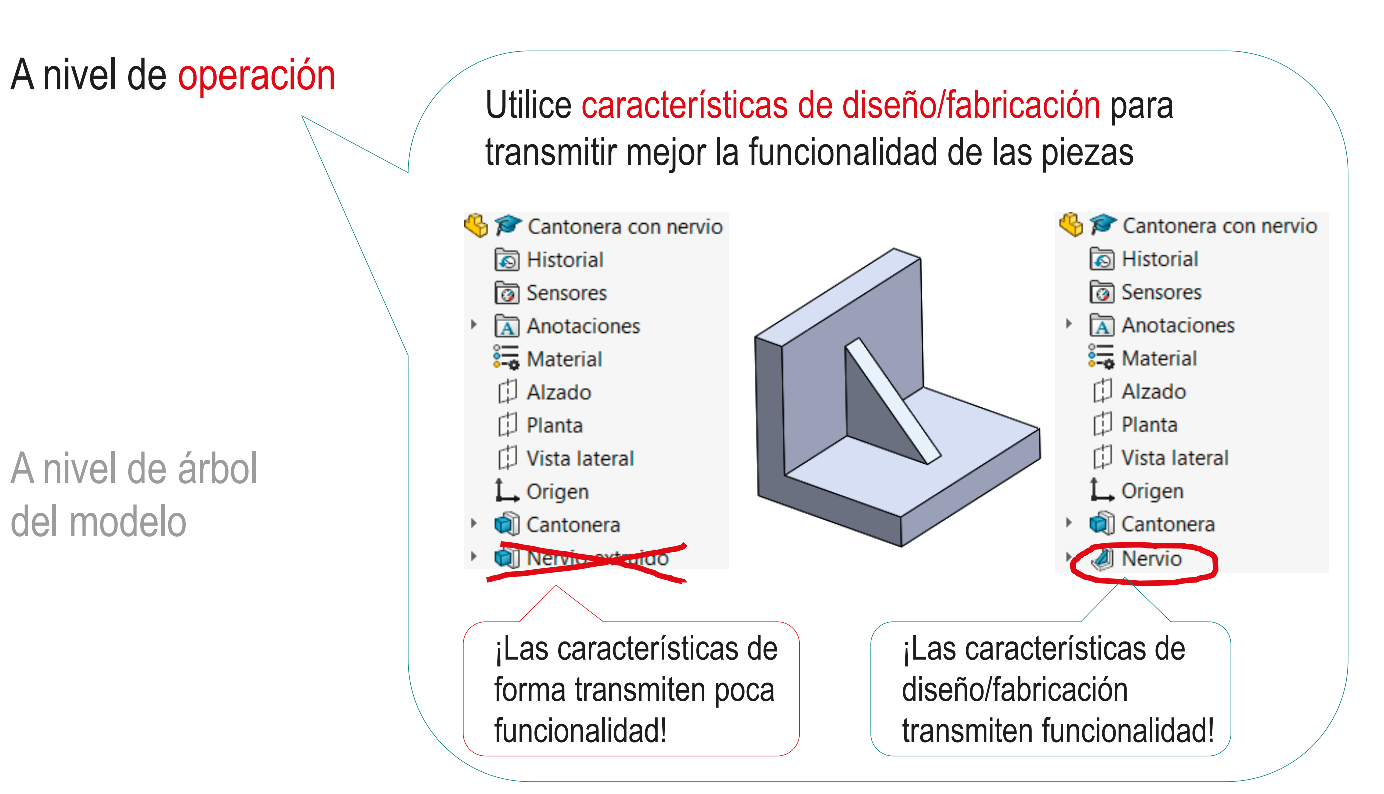
Las estrategias para transmitir intención de diseño en los modelos CAD se basan en hacerlos:

- √ Efectivos, que son aquellos modelos que transmiten la información correcta sobre la función
- √ Eficaces, que son aquellos modelos que transmiten más intención de diseño que otros procesos de modelado alternativos
- √ Eficientes, que son aquellos modelos que permiten muchos cambios de diseño, mientras evitan cambios catastróficos

Intención de diseño: Efectivo

Para asegurar que transmite la información correcta sobre la función, mejore el árbol del modelo a dos niveles:

√ A nivel de operación



√ A nivel de árbol del modelo

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Intención de diseño: Efectivo

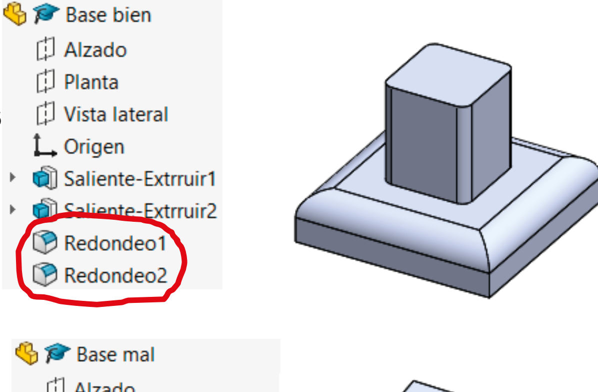
Para asegurar que transmite la información correcta sobre la función, mejore el árbol del modelo a dos niveles:

√ A nivel de operación

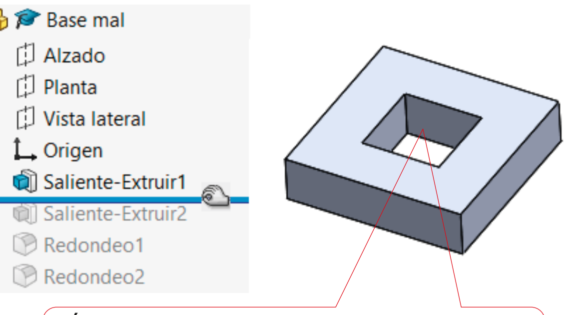
√ A nivel de árbol del modelo

Reorganice el árbol del modelo, para que sea como un “guion” que describe los elementos que constituyen la pieza y sus funcionalidades:

√ Compruebe que las operaciones auxiliares están colocadas después de las principales



√ Mueva la *barra de retroceder* y mire los modelos intermedios, para asegurar que son útiles para entender el objeto

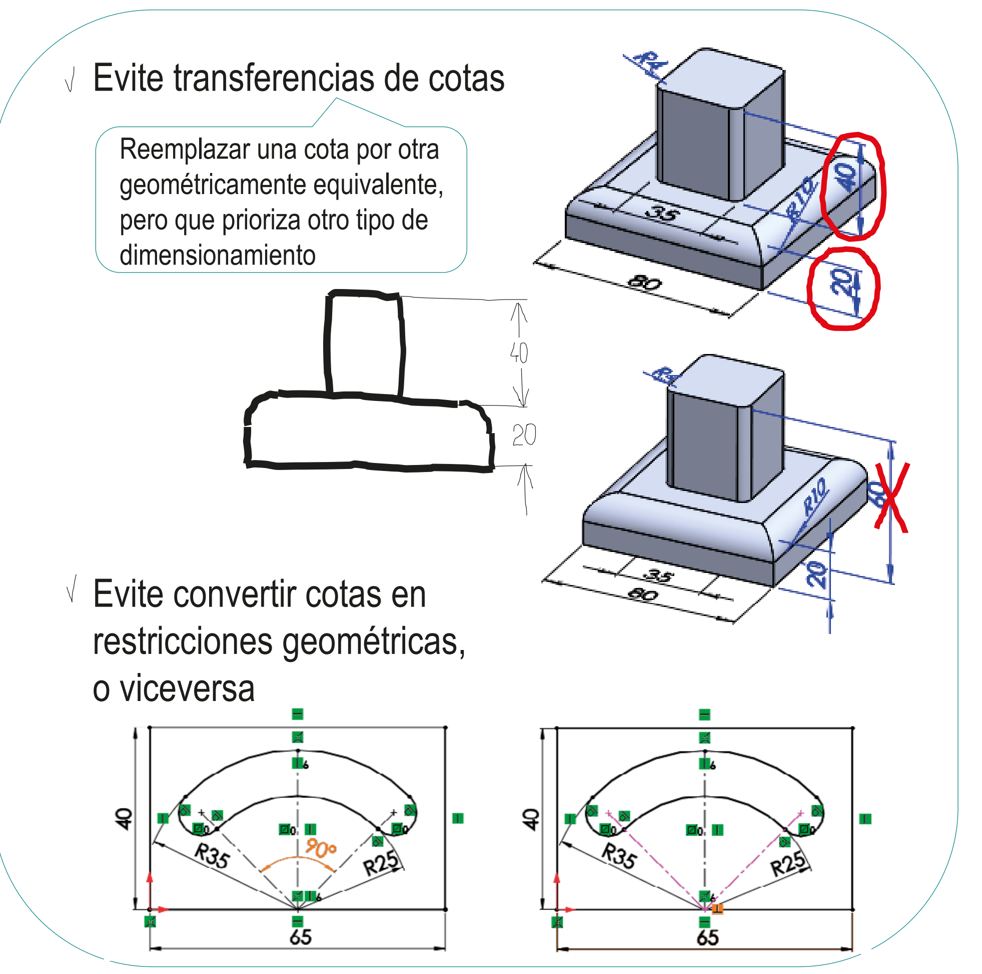


Éste es un mal modelo, porque el modelo intermedio contiene un agujero inesperado

Intención de diseño: Eficaz

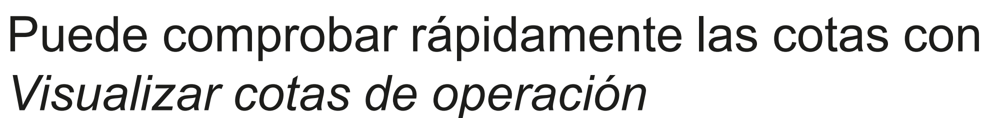
Para asegurar que el modelo transmite eficazmente más intención de diseño que otros:

√ Evite perder cotas de diseño



√ Evite perder simetrías y patrones de replicado

Intención de diseño: Eficaz



Puede comprobar rápidamente las cotas con *Visualizar cotas de operación*

Este paso solo es necesario para visualizar la carpeta de *Anotaciones*, si está oculta

Ir a...
Pieza (Base bien)
Elementos ocultos del árbol
Agregar a la biblioteca
Comentario
Visualización de gestor
Propiedades de documento...
Configuration Publisher...
Apariencia
Material
Transparencia de nivel superior
Purgar operaciones sin usar...
Convertir en sólidos...
Ocultar/mostrar elementos del árbol...
Contraer operaciones
Personalizar el menú

Historial
Sensores
Cuaderno de diseño
Anotaciones
Conjuntos de superficies
Sólidos
Luces y cámaras
Ecuaciones
Material <sin especificar>
Ocultar/mostrar elementos del árbol...

Detalles...
Visualizar anotaciones
Visualizar cotas de operación
Visualizar cotas de referencia
Mostrar anotaciones DimXpert
Insertar vista de anotaciones
Colocar automáticamente en vistas de anotaciones
Activar la visibilidad para Vista de anotaciones

R4
35
80
R10
40
20

Deberá cambiar el punto de vista y/o el modo de visualización, para ver las cotas que queden ocultas por el propio modelo

Intención de diseño: Eficaz

Para asegurar que el modelo transmite eficazmente más intención de diseño que otros:

- √ Evite perder cotas de diseño

- √ Evite perder simetrías y patrones de replicado

Por ejemplo, un modelo creado a partir de éste dibujo de diseño…

…debería incluir un patrón de modelado

Porque el patrón de replicado está explícitamente indicado en el dibujo

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Intención de diseño: Eficiente

Los modelos son eficientes si son simultáneamente:

√ Robustos — Evitan que los cambios de diseño causen efectos indeseados o errores

¡Los modelos consistentes se comportan de forma robusta!

√ Flexibles — Permiten muchos cambios de diseño

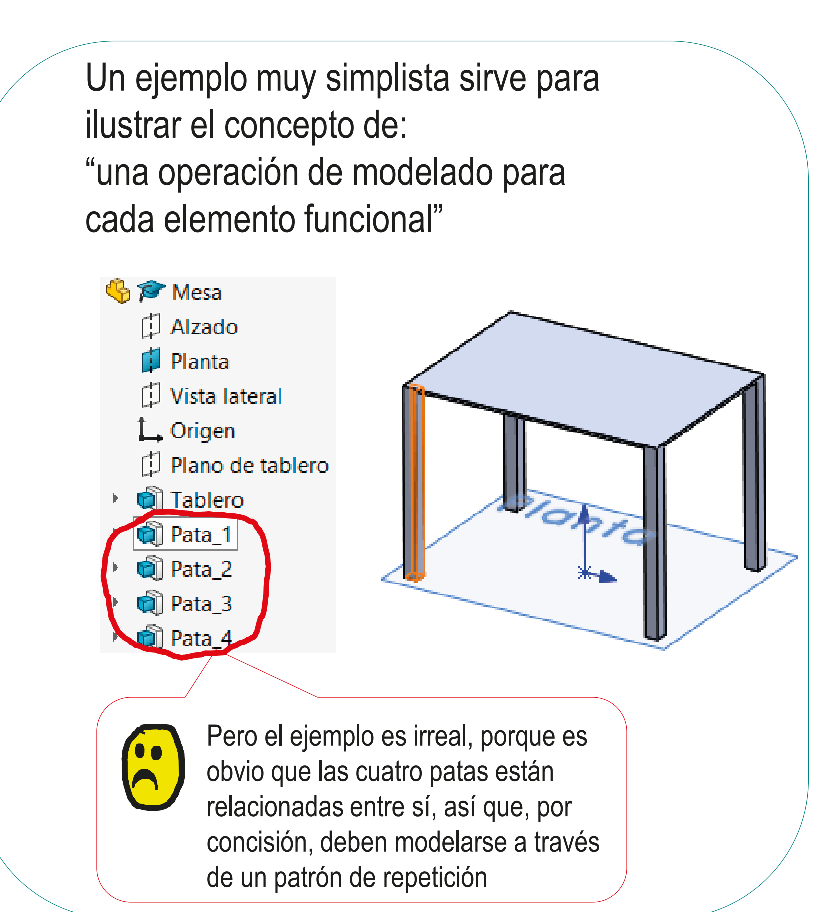
¡Los modelos concisos favorecen la flexibilidad!

Vamos a ver que es relativamente sencillo mejorar el árbol del modelo para aumentar su flexibilidad

El árbol del modelo maximiza la flexibilidad del modelo si:

1 Cada elemento funcional del modelo está definido por una operación de modelado independiente

2 La secuencia del árbol del modelo minimiza las relaciones padre/hijo



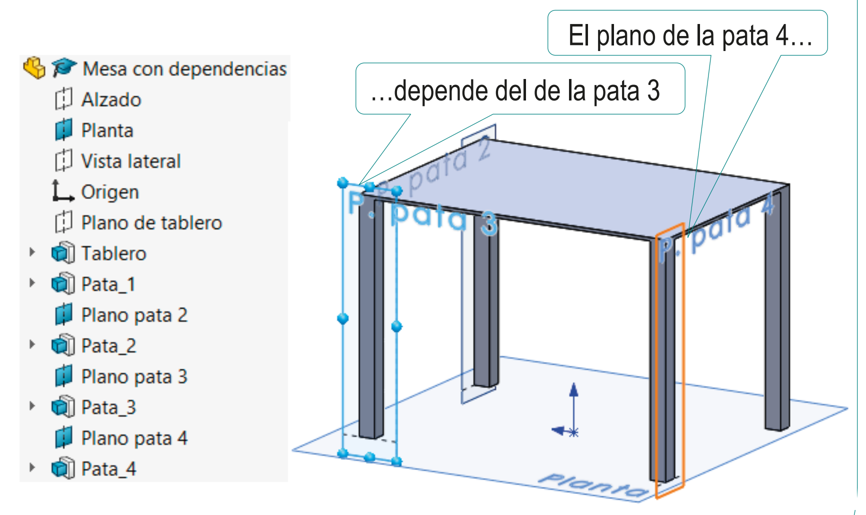
El árbol del modelo maximiza la flexibilidad del modelo si:

1. Cada elemento funcional del modelo está definido por una operación de modelado independiente

2. La secuencia del árbol del modelo minimiza las relaciones padre/hijo

El ejemplo ilustra un mal árbol del modelo, que produce dependencias innecesarias entre las operaciones

- ✗ Cada pata de la mesa (excepto la primera) está creada desde un plano datum
- ✗ Cada plano datum está creado paralelo a una cara de la pata anterior



El resultado es que cada pata de la mesa depende de la pata anterior

Intención de diseño: Eficiente



Para comprobar la eficiencia del modelo, intente lo siguiente:

√ Cambie el tamaño

Cambie las dimensiones principales, y observe si el resultado es razonable y libre de error

¡Pruebe tanto cambios de tamaño locales como globales!

Por ejemplo, en un modelo ineficiente, el agujero pasante se convierte en ciego al aumentar el espesor de la placa

√ Reconfigure

√ Simplifique



Intención de diseño: Eficiente

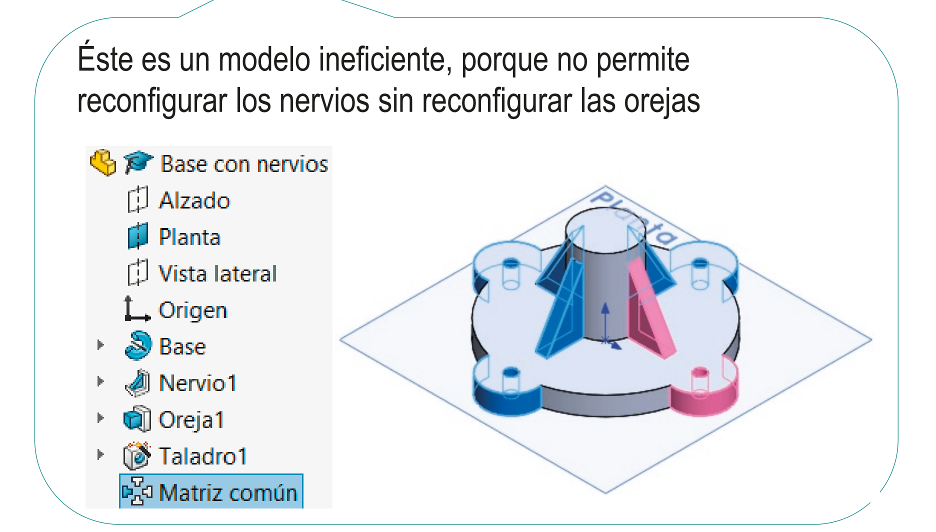
Para comprobar la eficiencia del modelo, intente lo siguiente:

√ Cambie el tamaño

√ Reconfigure

Modifique diferentes elementos, y observe si los resultados son razonables y libres de error

Éste es un modelo ineficiente, porque no permite reconfigurar los nervios sin reconfigurar las orejas



√ Simplifique

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

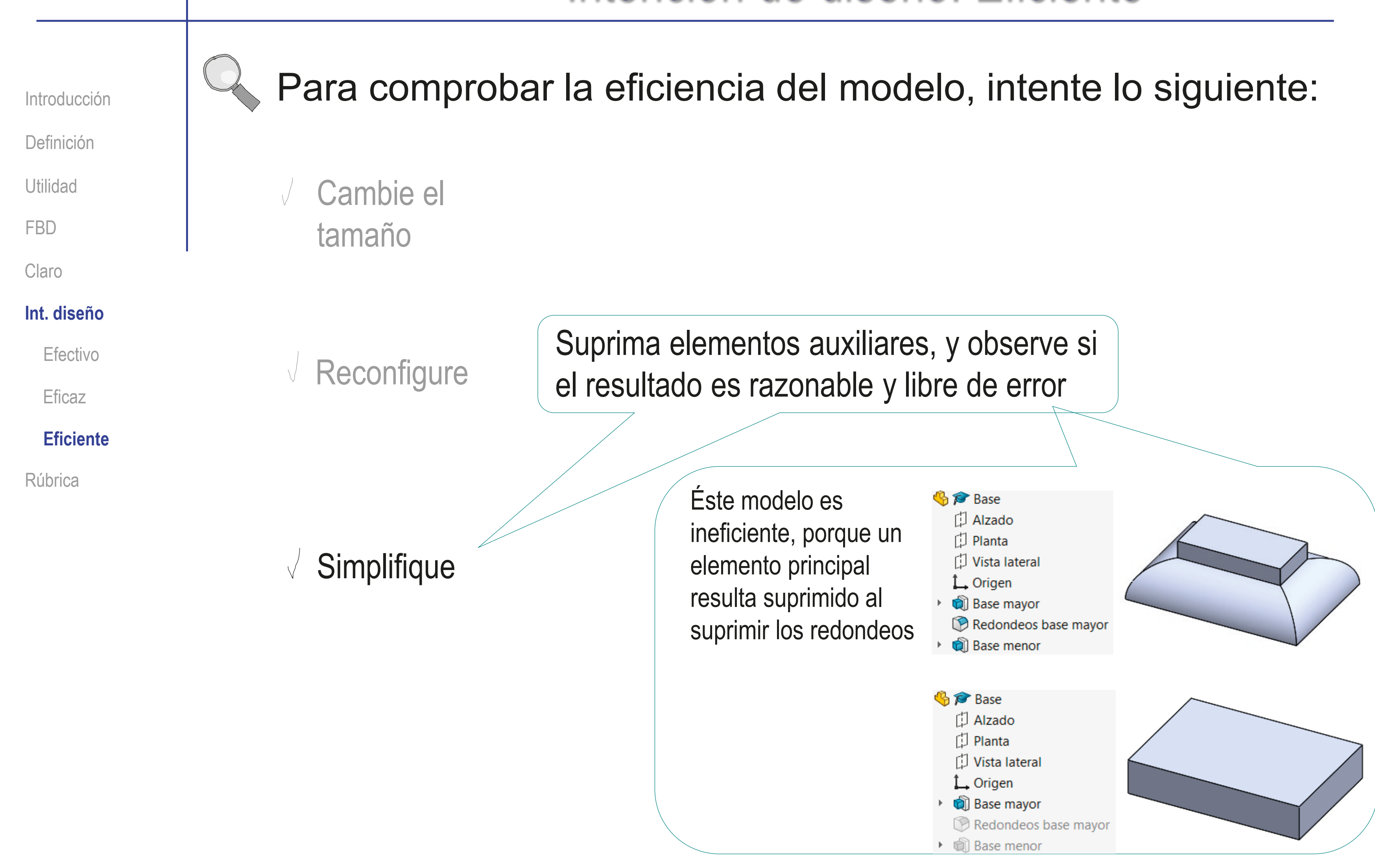
Intención de diseño: Eficiente

Para comprobar la eficiencia del modelo, intente lo siguiente:

√ Cambie el tamaño

√ Reconfigure

√ Simplifique



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Puede comprobar mediante el siguiente criterio de una rúbrica de evaluación si un modelo CAD es claro:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / siempre
M5	**El modelo es claro**					
M5.1	El árbol del modelo es comprensible (porque las operaciones de modelado están etiquetadas y agrupadas)					
M5.1a	Las etiquetas de las operaciones de modelado enfatizan su función					
M5.1b	Las operaciones de modelado relacionadas se agrupan en el árbol del modelo, para enfatizar las relaciones padre-hijo					
M5.2	El modelo usa preferentemente operaciones de modelado compatibles y de diseño/fabricación					
M5.2a	Se usan preferentemente las operaciones de modelado más compatibles					
M5.2b	Se usan preferentemente las operaciones de modelado vinculadas a características de diseño/fabricación					

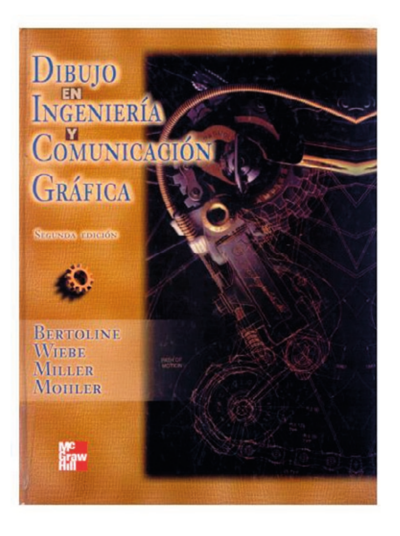
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

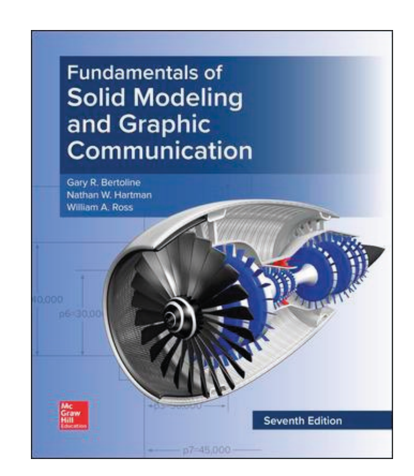
Puede comprobar mediante el siguiente criterio de una rúbrica de evaluación si un modelo CAD transmite intención de diseño:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / siempre
M6	**El modelo transmite intención de diseño**					
M6.1	El árbol del modelo es como un “guion” que describe las características de la pieza y sus funcionalidades					
M6.1a	La secuencia de modelado discurre desde las características principales hasta las auxiliares					
M6.1b	Las etapas intermedias del proceso de modelado son útiles para entender el objeto					
M6.2	El objeto se ha modelado sin perder ni transferir información de diseño					
M6.2a	El objeto se ha modelado sin transferir cotas de diseño ni convertir cotas en restricciones geométricas					
M6.2b	El objeto se ha modelado evitando perder simetrías y patrones					
M6.3	El modelo es simultáneamente flexible (permite muchos cambios) y robusto (impide cambios catastróficos)					
M6.3a	Los elementos funcionales se definen mediante operaciones de modelado independientes					
M6.3b	Las relaciones padre/hijo del árbol del modelo están libres de dependencias innecesarias					

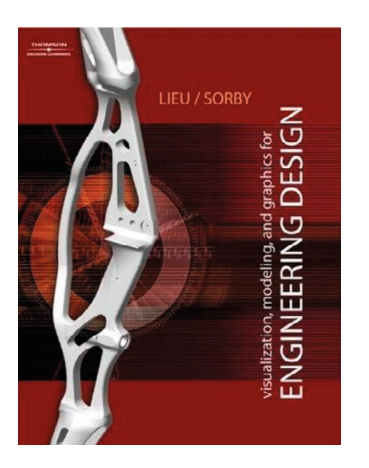
Para repasar



Apartado 7.10
Modelado basado en características



Apartado 4.8.4
Completing the Feature Definition

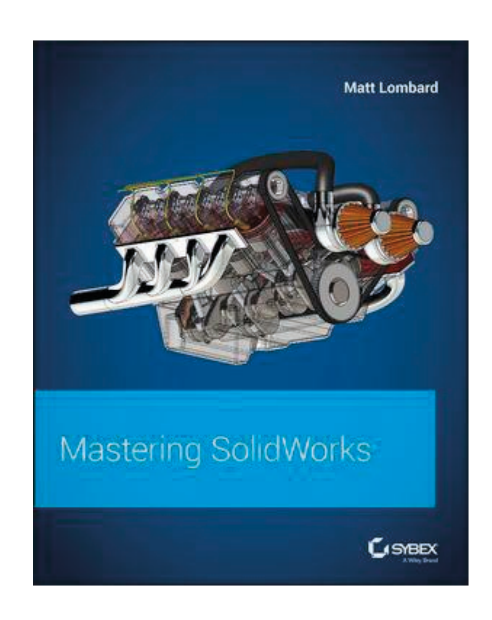


Apartado 6.07
Breaking down into Features

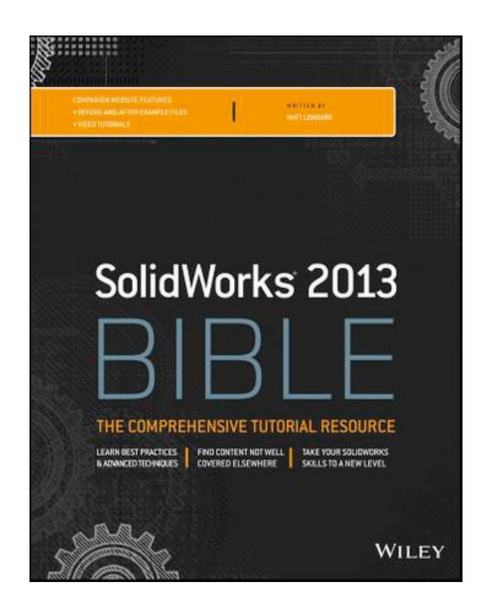


Strategie di modellazione

Para repasar



Chapter 7: Modeling with Primary Features

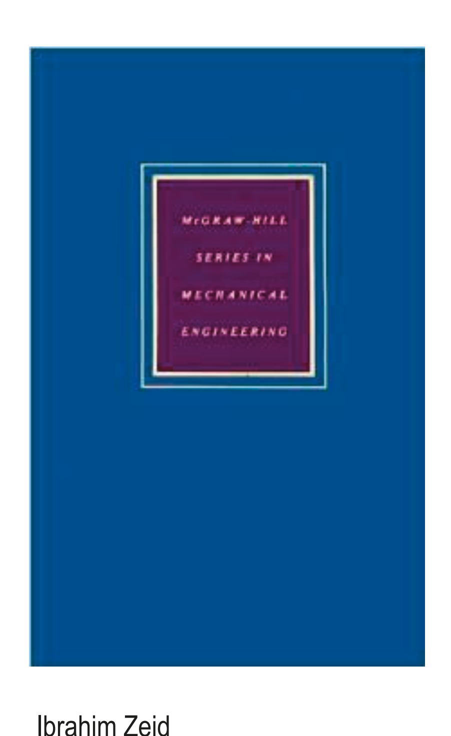


Chapter 7: Modeling with Primary Features

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para saber más



Ibrahim Zeid

CAD/CAM Theory and Practice

McGraw-Hill, 1991

Chapter 7. Types and Mathematical Representations of Solids



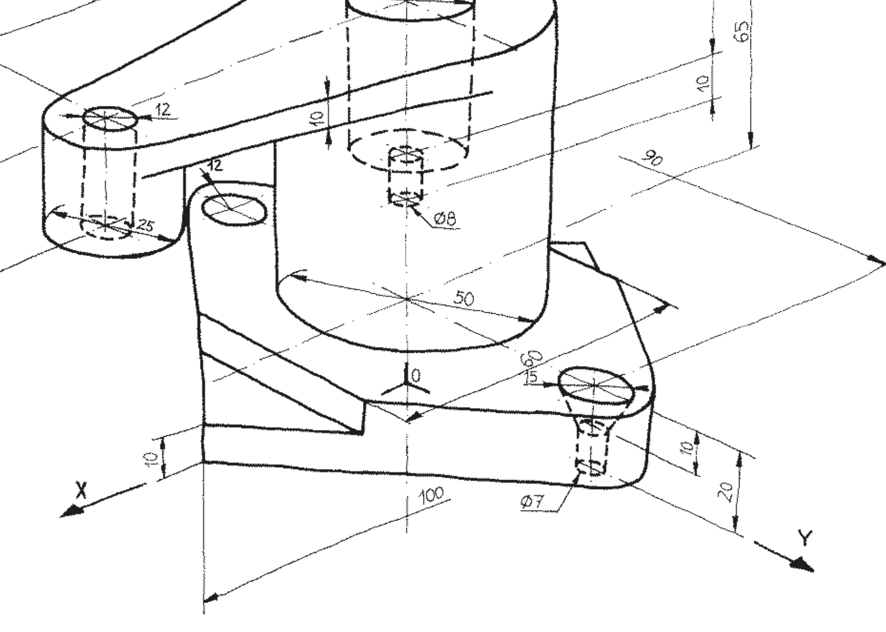
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea

La figura muestra una axonometría acotada en mm, de un soporte con brazo

Para completar la información dada en la vista, hay que saber que el plano XZ es de simetría bilateral



Tareas:

A Obtenga el modelo sólido de la pieza, utilizando para ello los elementos característicos que considere apropiados

B Tras obtener el modelo, compruebe que se pueden realizar los siguientes cambios de diseño:

1. Modificar la distancia entre centros de taladros avellanados, de 90 a 150 mm
2. Modificar la altura del cilindro central de 65 a 100 mm
3. Girar 90° el brazo

Estrategia

Antes de modelar hay que analizar la pieza

Para ello, es recomendable:

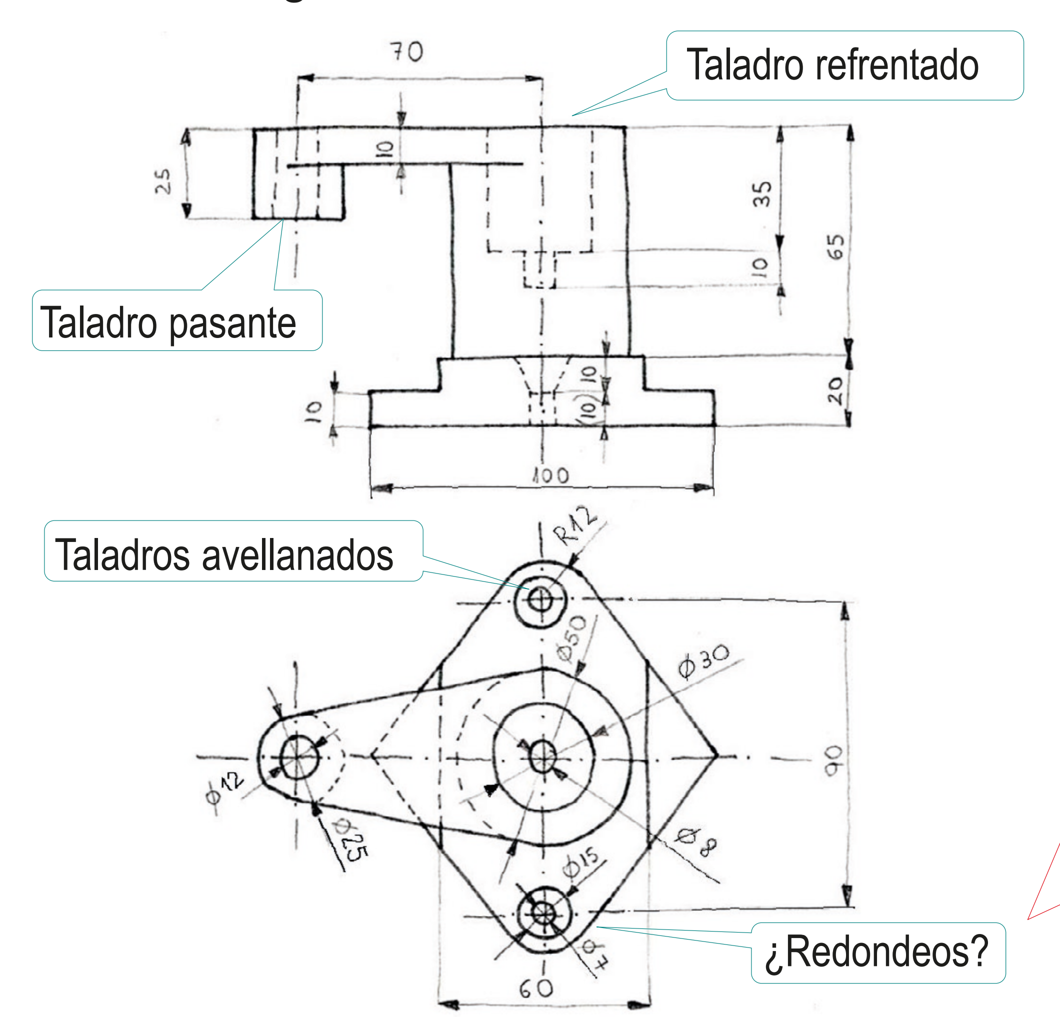
- ✓ Obtener el dibujo de diseño
- ✓ Representar el proceso de modelado

El análisis de la pieza debe incluir la búsqueda de posibles elementos característicos

Formas geométricas vinculadas con una función…

… que estén pre-instaladas en SolidWorks

Dibujando su dibujo de diseño comprobamos que la pieza tiene algunos elementos característicos:



No está claro que haya que tratarlos como elementos independientes, porque forman parte consustancial de la forma de la planta

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

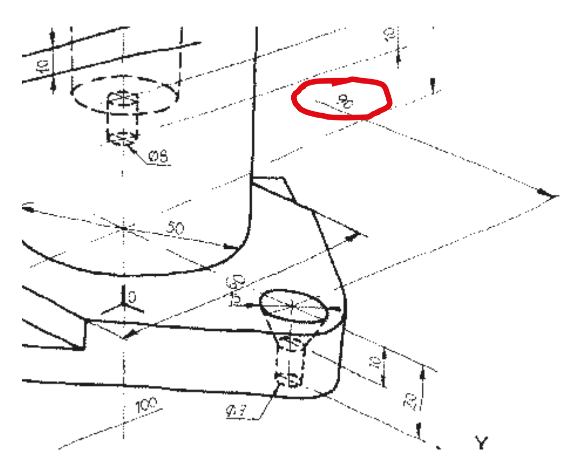


Se opta por considerar los arcos como parte consustancial de la forma de la base

En contra del criterio habitual de que los redondeos es mejor añadirlos al final

Se llega a tal conclusión al analizar las cotas:

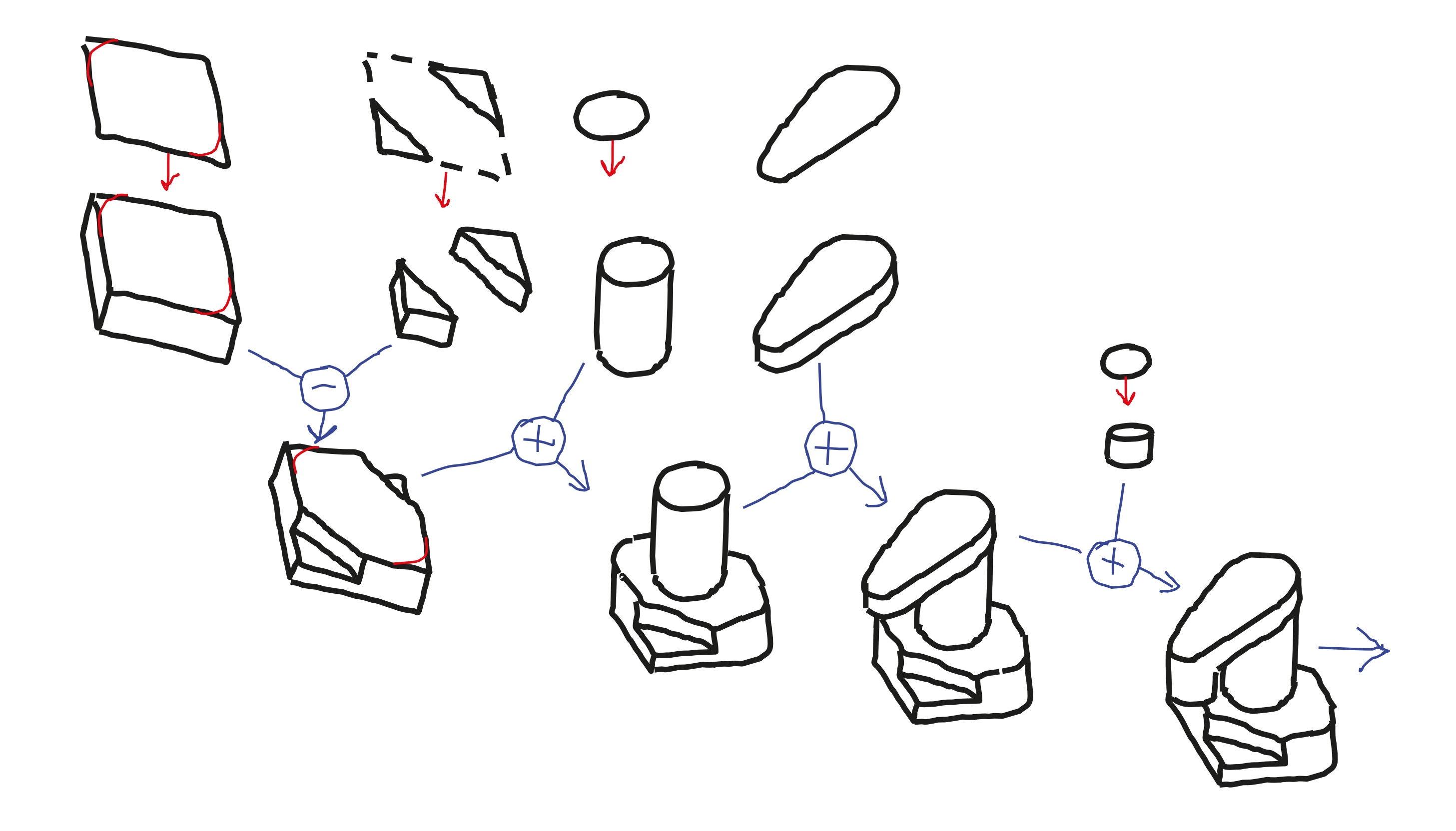
√ La cota de diseño marca la distancia entre los centros, no entre los vértices



√ Se deduce que el diseñador ha considerado que el tamaño y posición de esos arcos va intrínsecamente ligado a la forma global del perfil

Estrategia

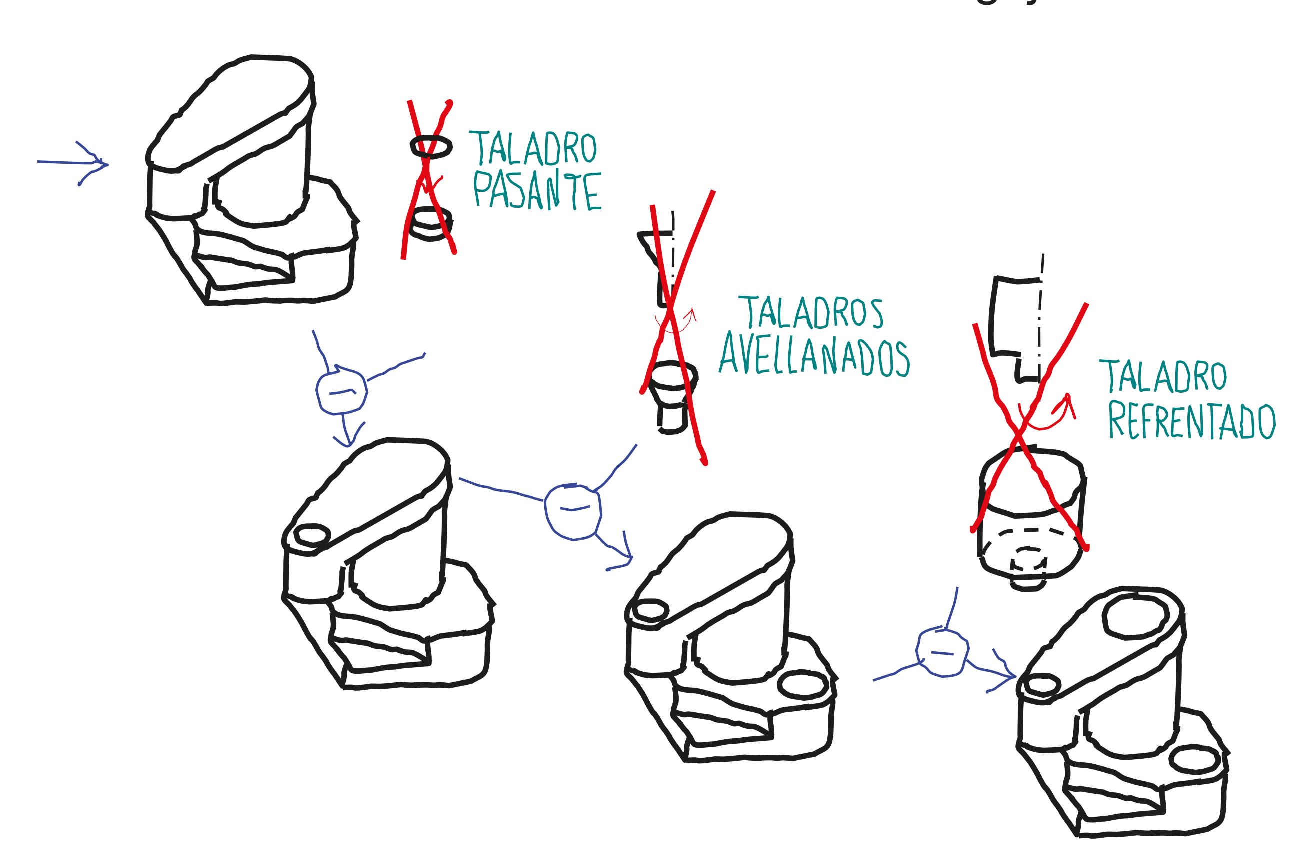
El esquema del proceso de modelado propuesto es como sigue:



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Se resuelven mediante taladros todos los agujeros:



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Modele siguiendo los pasos descritos en el esquema:

1 Modele la base

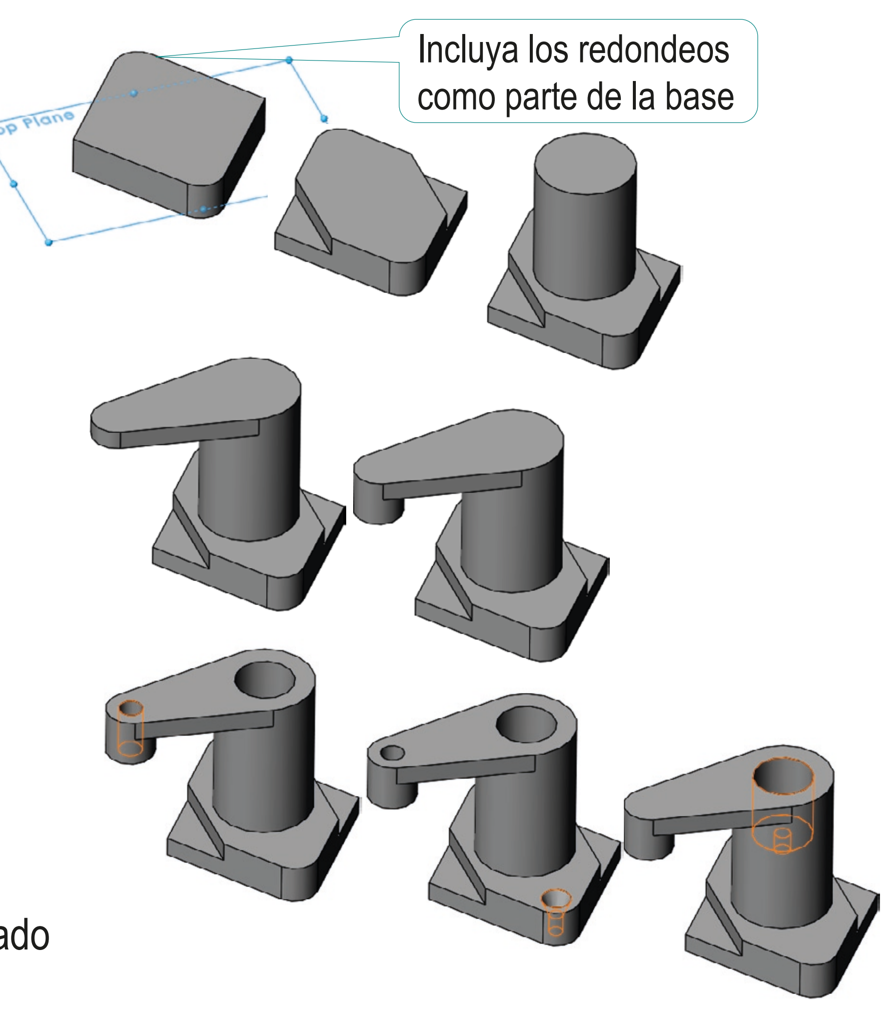
2 Modele el cilindro central

3 Añada el brazo

4 Añada el taladro pasante del brazo

5 Añada los taladros avellanados

6 Añada el taladro refrentado



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

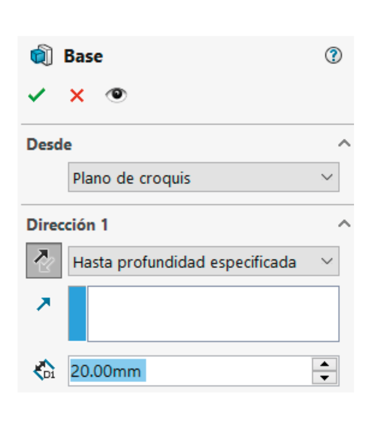
Modele la base:

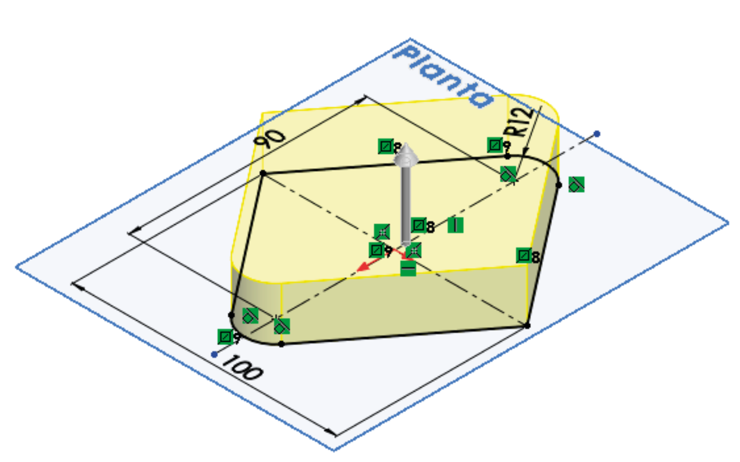
√ Dibuje el croquis en la planta (Datum 1)

Añada la simetría local de la base

Añada la simetría bilateral de la pieza

√ Extruya





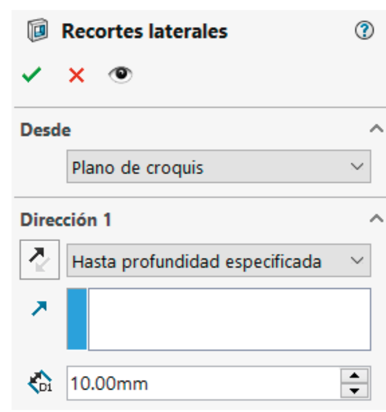
ISBN: 978-84-18432-81-1

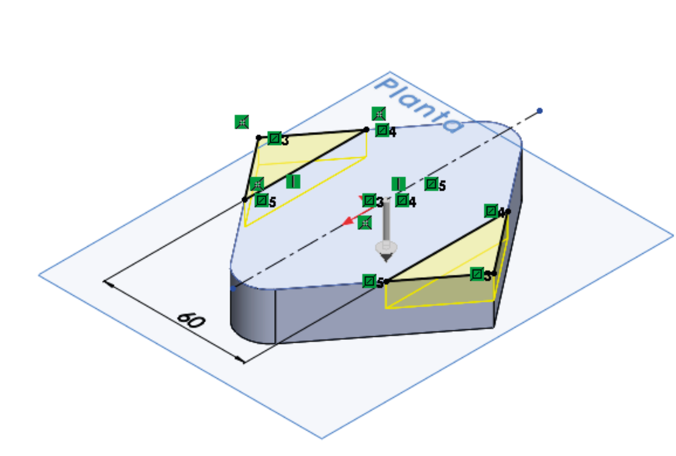
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Añada los escalones:

- √ Seleccione la cara superior de la base como plano de trabajo (Datum 2)
- √ Dibuje un contorno triangular
- √ Obtenga el otro contorno por simetría
- √ Extruya en corte hasta la profundidad especificada



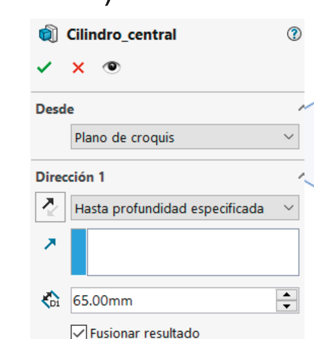


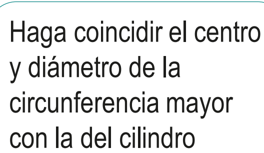
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modele el cilindro central:

- √ Seleccione la cara superior de la base como plano de trabajo (Datum 2)
- √ Dibuje el perfil circular
- √ Restrinja y acote
- √ Extruya hasta la profundidad especificada

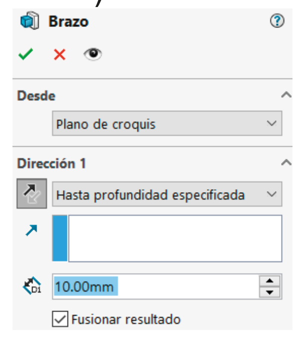


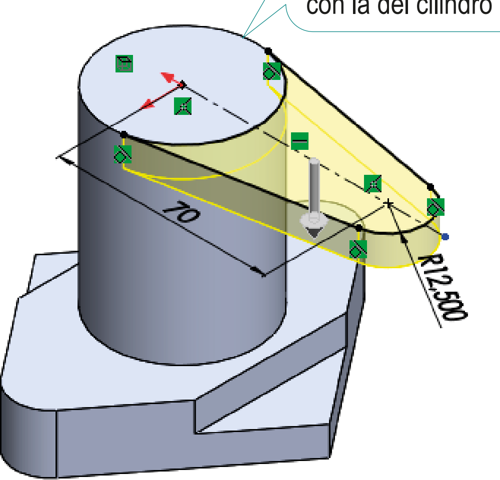




Modele el brazo:

- √ Seleccione la cara superior del cilindro como plano de trabajo (Datum 3)
- √ Dibuje el perfil del brazo, incluyendo su eje de simetría local
- √ Extruya hasta la profundidad especificada





ISBN: 978-84-18432-81-1

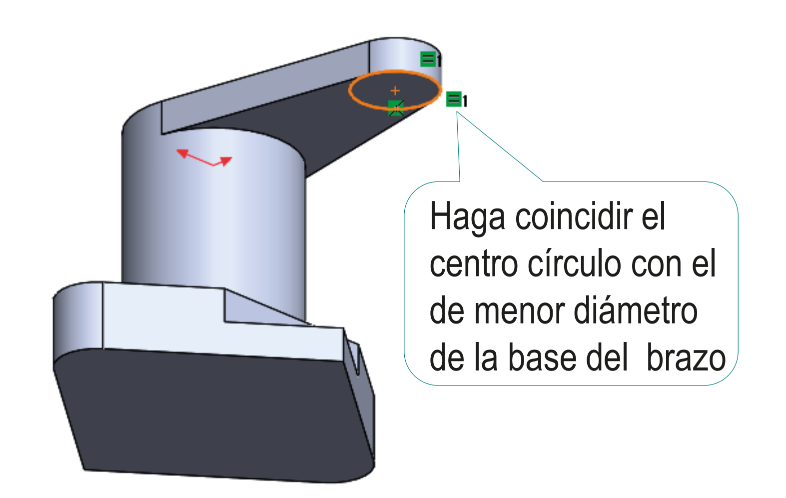
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Añada el cilindro del extremo del brazo:

√ Seleccione la cara inferior del brazo como plano de trabajo (Datum 4)

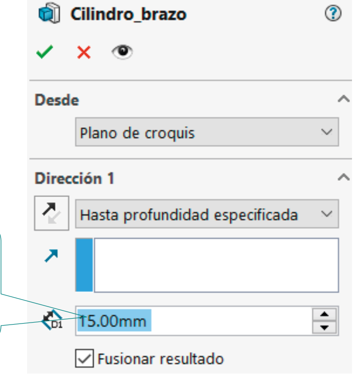
√ Dibuje un círculo

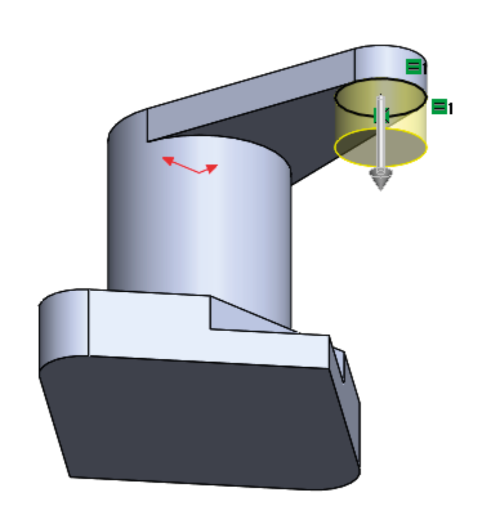
También puede extruir desde la cara superior (Datum 3), pero estará volviendo a solidificar el extremo del brazo



√ Extruya a un lado del plano hasta la profundidad especificada

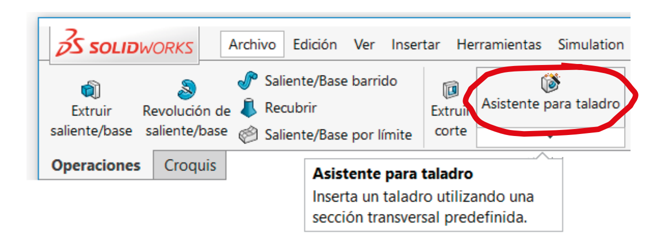
Al extruir desde abajo del brazo, la extrusión debe medir 25-10 mm



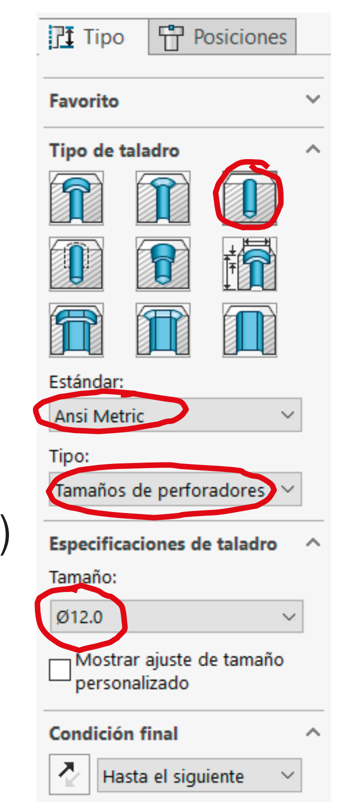


Modele el taladro pasante del brazo:

√ Seleccione el *Asistente para taladro*



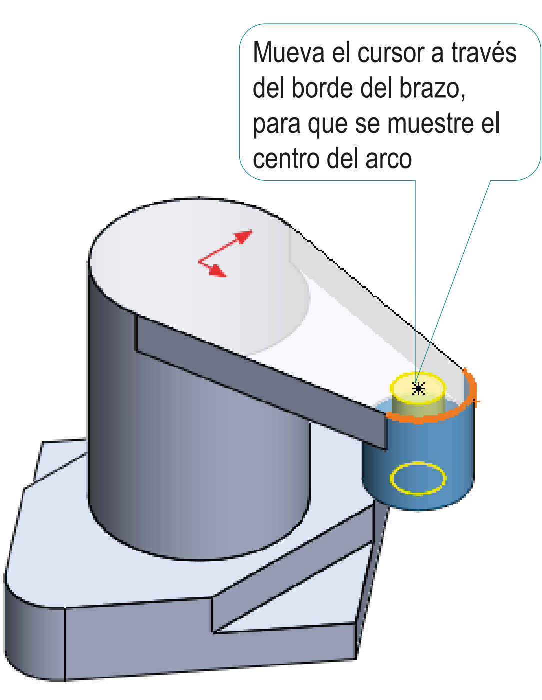
√ Configure los parámetros del taladro



√ Seleccione la pestaña *Posiciones*

√ Seleccione la cara superior del brazo como plano de trabajo (Datum 3)

√ Coloque el agujero concéntrico con el borde del brazo

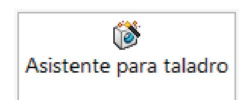


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modele los agujeros de la base:

√ Seleccione el *Asistente para taladro*

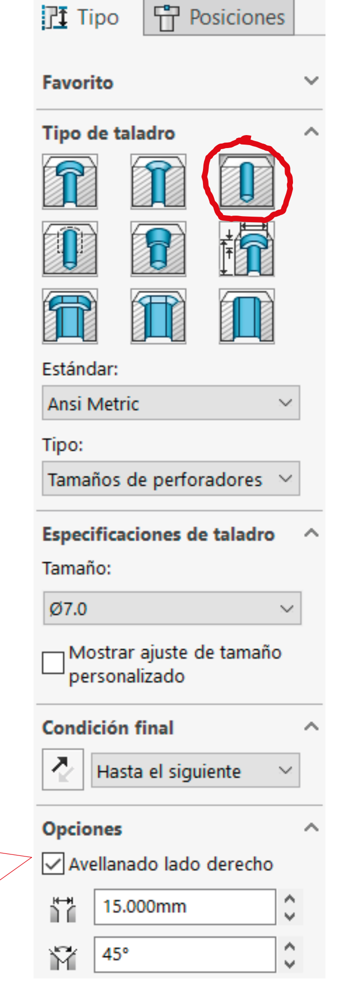


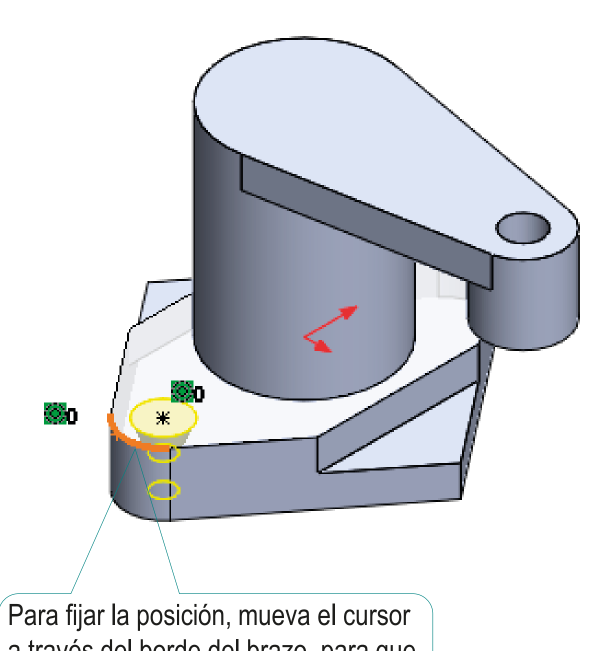
√ Configure los parámetros del taladro

√ Coloque el taladro en el Datum 2

√ Coloque el agujero concéntrico con el borde de la base

Dado que el avellanado no es estándar, use el agujero simple, pero añada el avellanado como opción





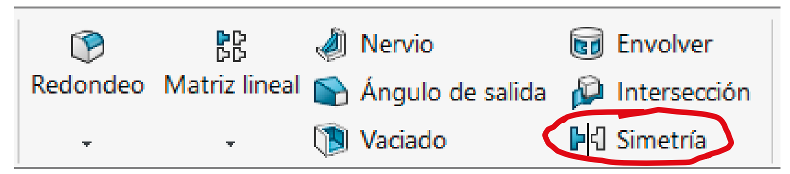
Para fijar la posición, mueva el cursor a través del borde del brazo, para que se muestre el centro del arco

ISBN: 978-84-18432-81-1

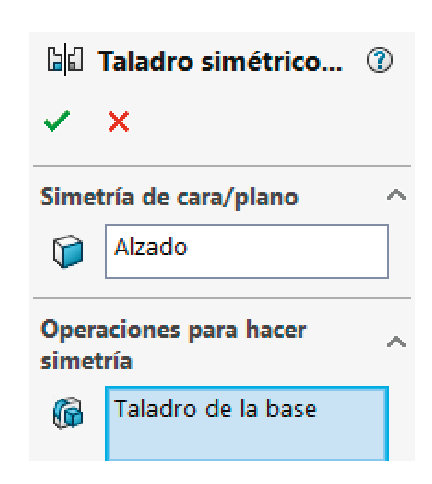
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

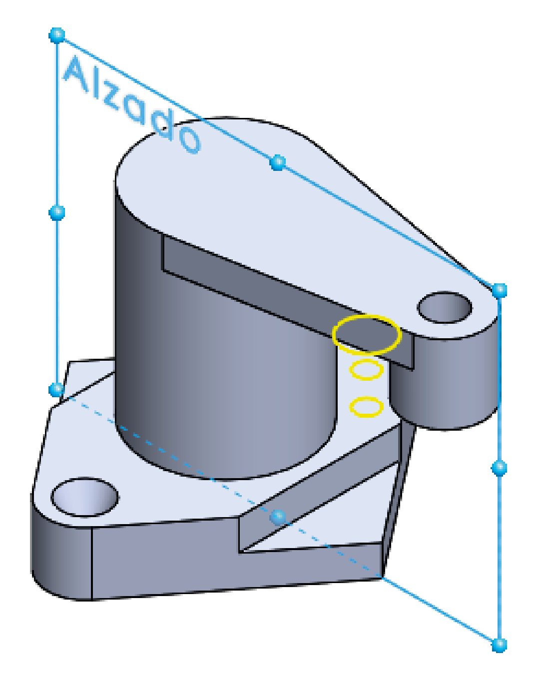
Use simetría para crear el segundo taladro avellanado:

- Seleccione *Simetría*



- Seleccione el plano de alzado (Datum 5) como plano de simetría
- Seleccione el taladro avellanado





ISBN: 978-84-18432-81-1

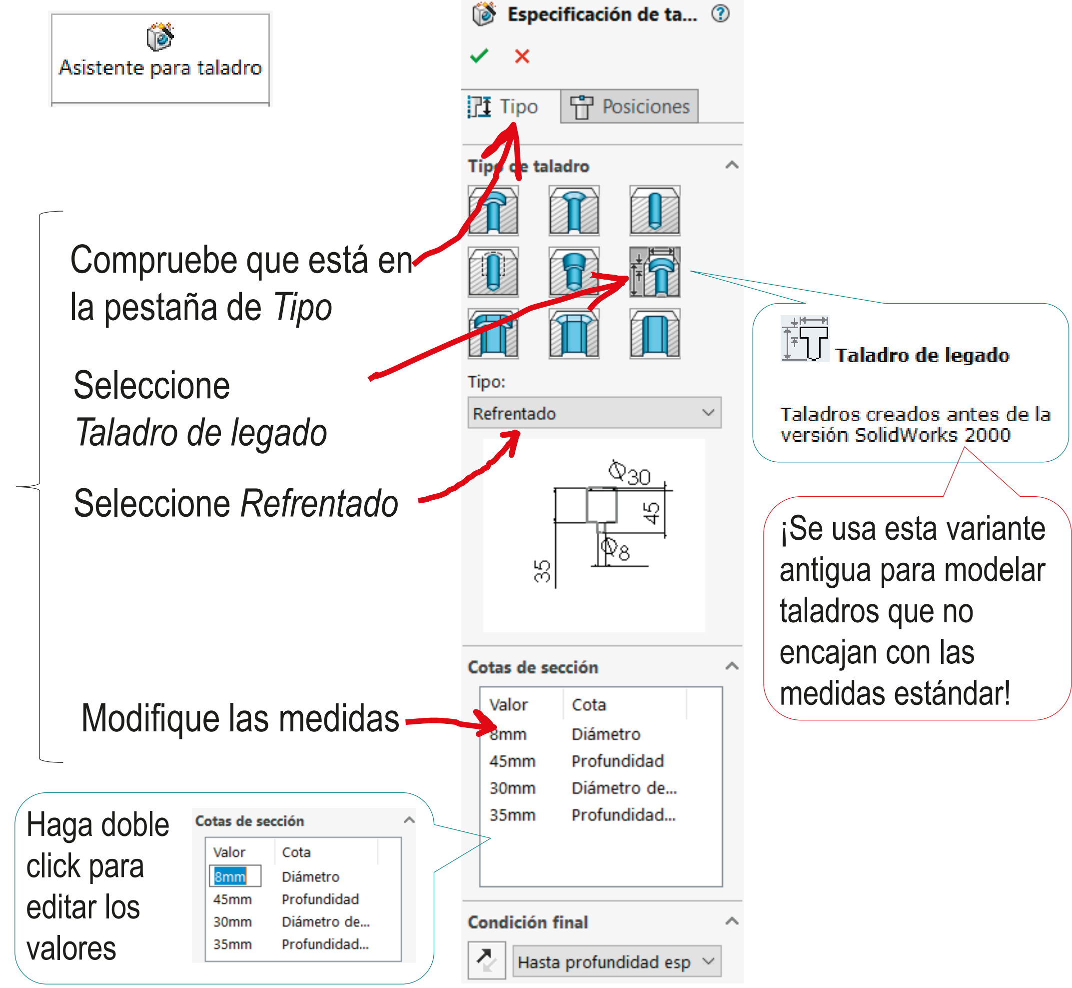
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Añada el taladro refrentado del cilindro central:

√ Seleccione el *Asistente para taladro*

√ Configure los parámetros del taladro



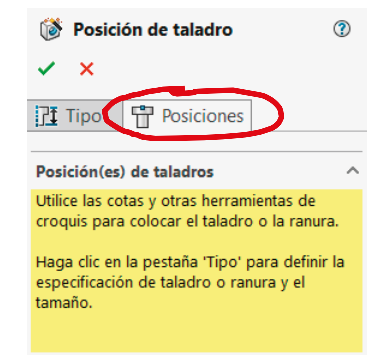
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

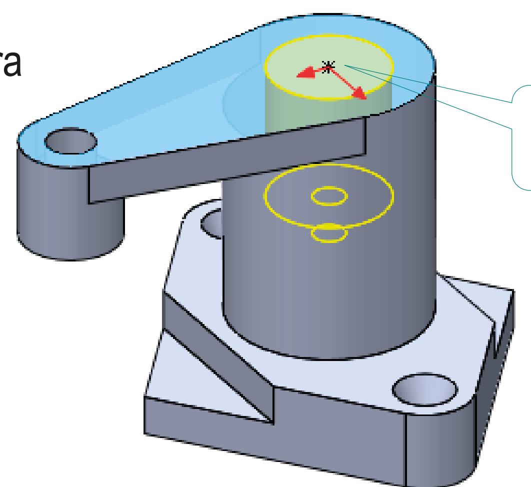
Ejecución

√ Pulse la pestaña de *Posiciones*



√ Indique la colocación del taladro sobre la cara superior (Datum 3)

√ Coloque el agujero concéntrico con el origen (que coincide con el eje del cilindro central)



Utilice como referencia el centro del arco

¡Las referencias se crean mediante croquis al vuelo (durante la ejecución del taladro), o mediante croquis explícitos (creados antes de iniciar el talado)

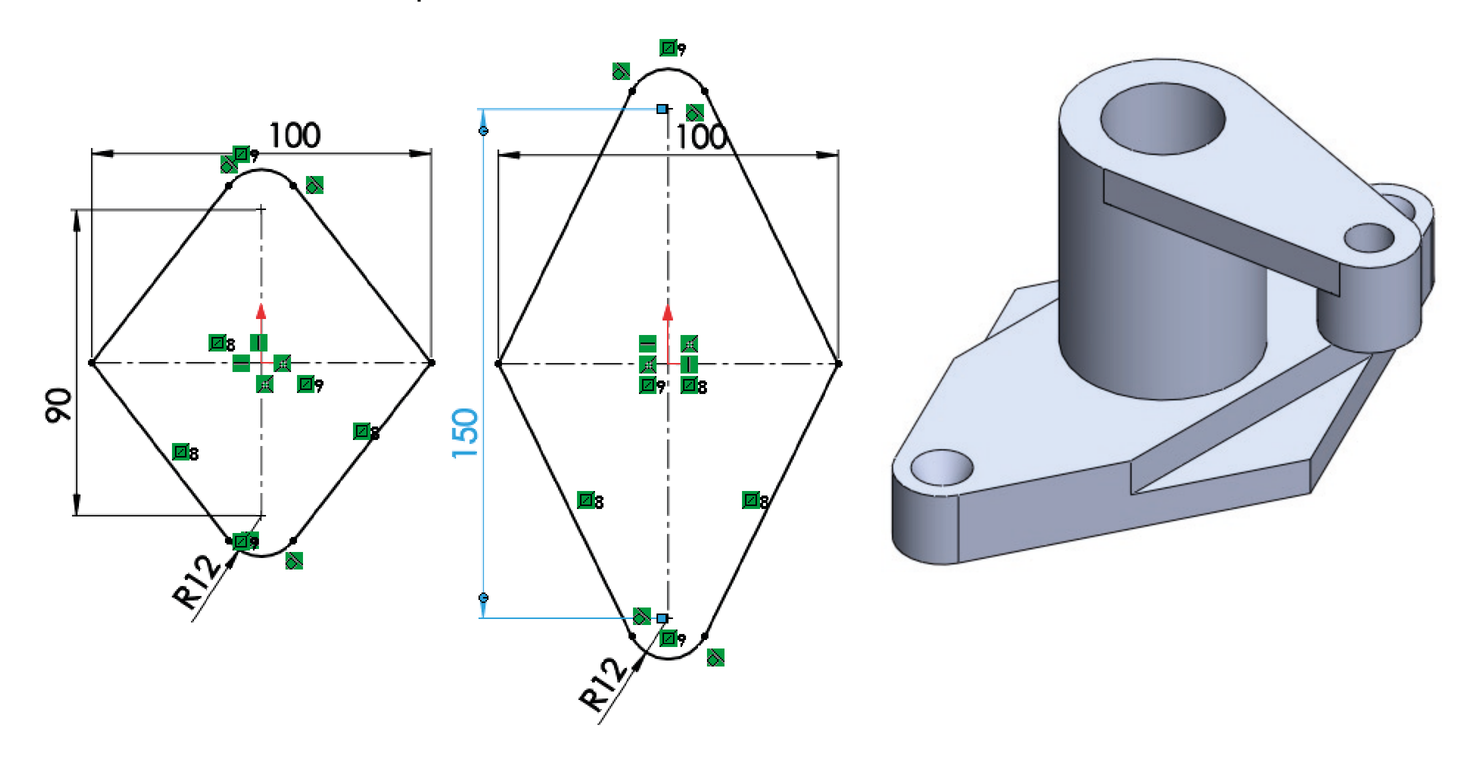
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Compruebe que el modelo permite los cambios solicitados:

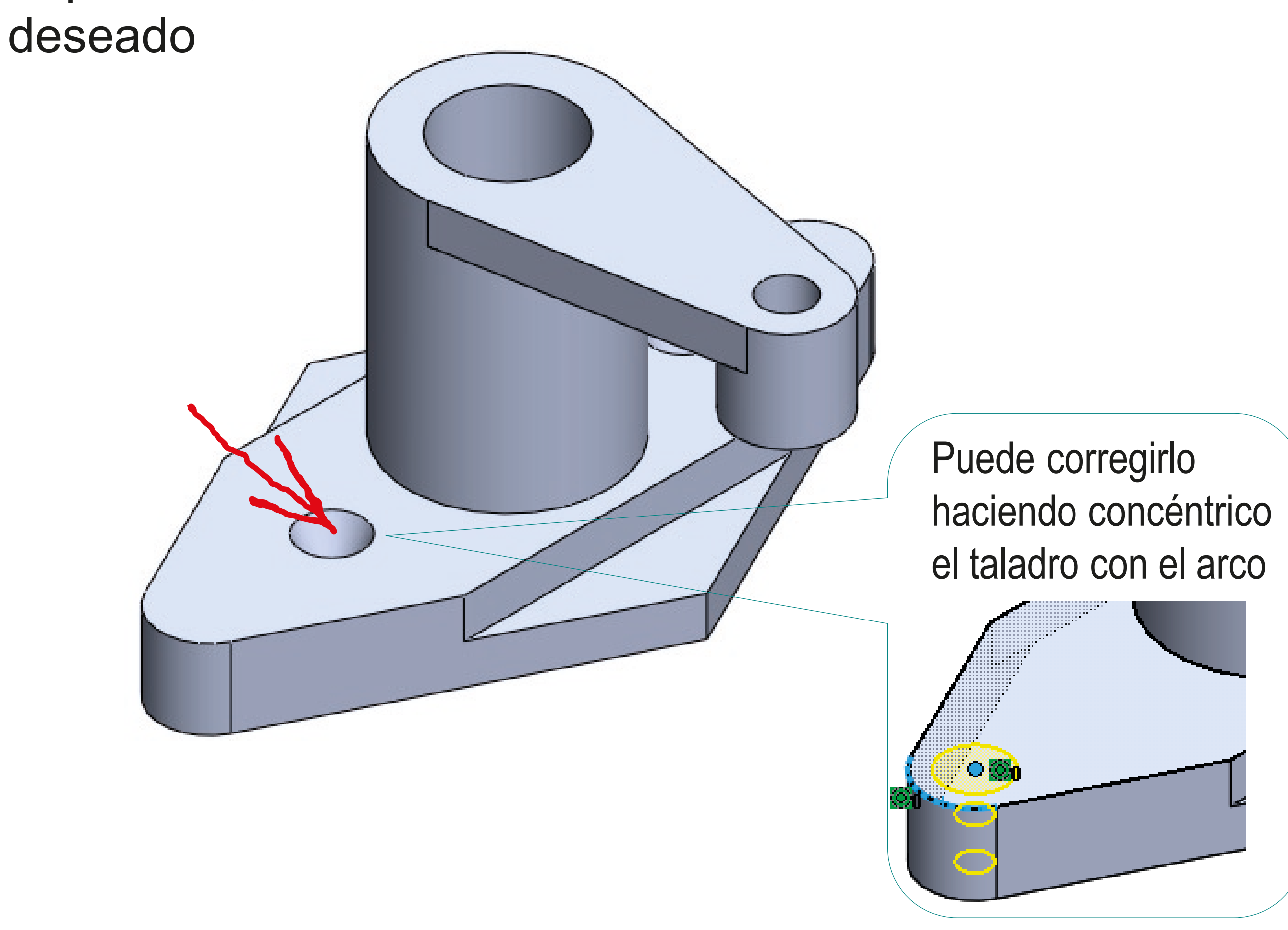
1. Edite el perfil de la base y cambie la cota de 90 por 150 mm



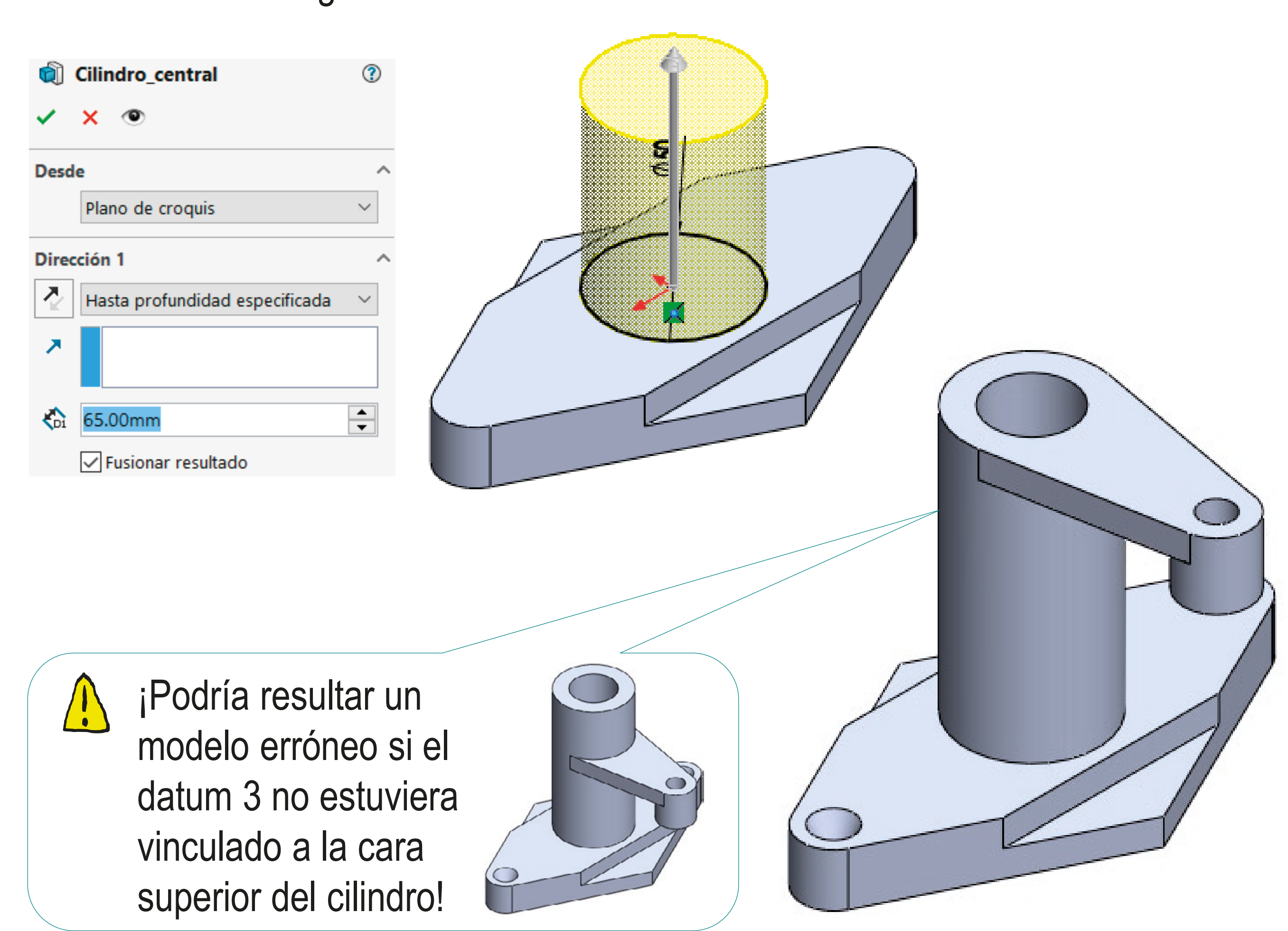
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Observe que si los taladros avellanados no están vinculados a los centros de los arcos del contorno trapezoidal, el resultado de la modificación no será el deseado

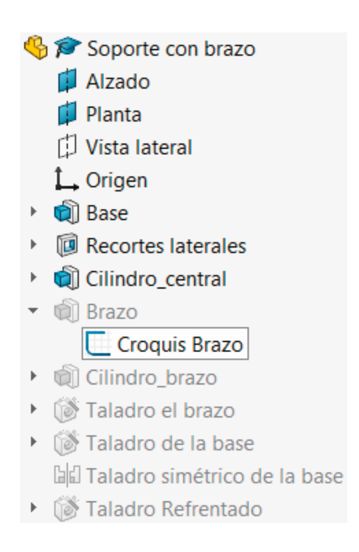


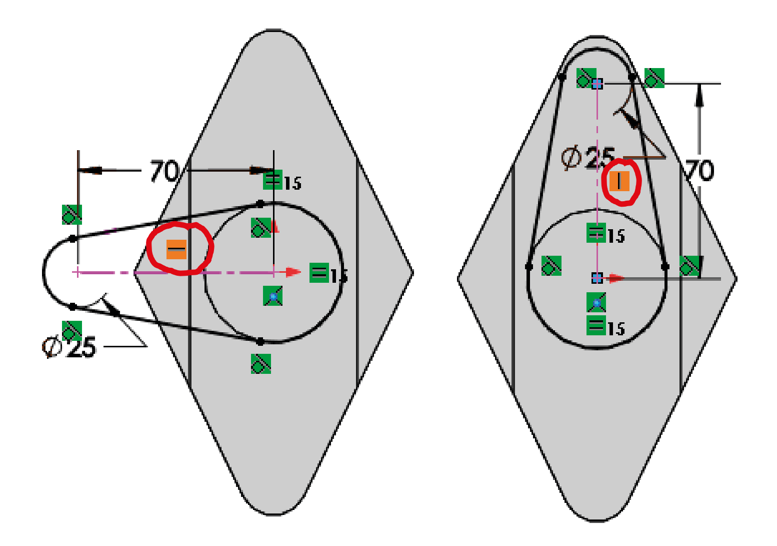
2 Edite la extrusión del cilindro central, incrementando su longitud a 100 mm

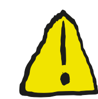


3

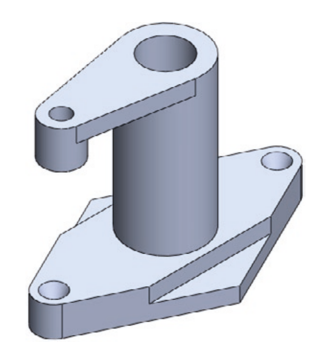
Seleccione el croquis del brazo
y cambie la restricción de su eje de horizontal a vertical







Observe que si el croquis está restringido en exceso, no se podrá cambiar la orientación del eje, o se producirá algún error al regenerar el modelo



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

1 Hay que analizar los objetos antes de modelarlos

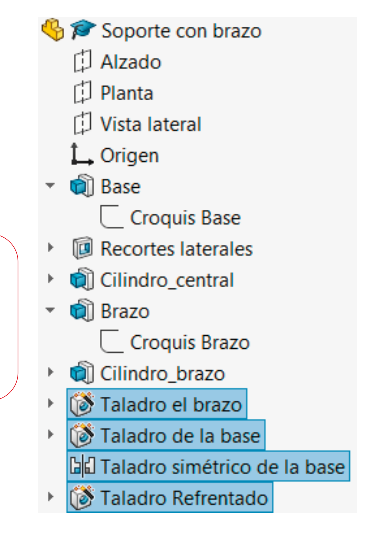
El análisis para detectar elementos característicos usa:

- √ Dibujos de diseño
- √ Esquemas de modelado

2 Los elementos característicos aportan dos ventajas:

- √ Dejan constancia de la intención de diseño en el árbol del modelo
- √ Simplifican el proceso de modelado

Pero se ha visto que los taladros poco estandarizados (aquellos con medidas no normalizadas) pueden ser más difíciles de modelar



3 La intención de diseño también se transmite mediante la elección de los datums y las restricciones apropiadas

Los datums y las restricciones tienen que:

- √ Permitir cambios válidos
- √ Impedir cambios no deseados

Evaluación

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Algunos aspectos de la evaluación han sido descritos en los ejercicios de las lecciones anteriores:

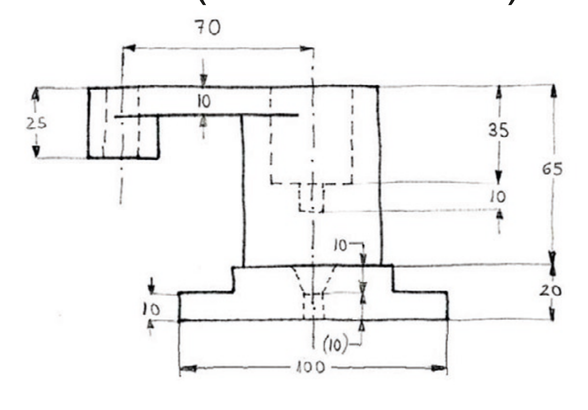
#	Criterio
M1	El modelo es válido
M2	El modelo está completo
M3	El modelo es consistente

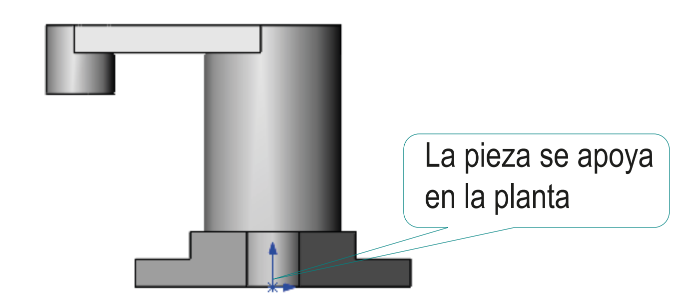
Estos criterios pueden evaluarse como sigue:

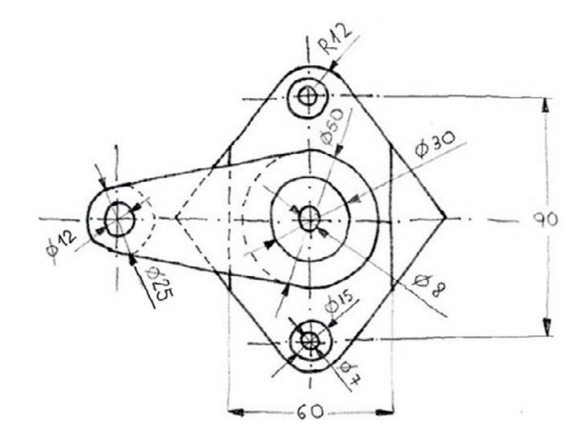
- √ Aplique los procedimientos descritos en la lección 1.2 para el criterio M1
- √ Aplique los procedimientos descritos en la lección 1.3 para el criterio M2
- √ Aplique los procedimientos descritos en las lecciones 1.2 a 1.5 para evaluar el criterio M3

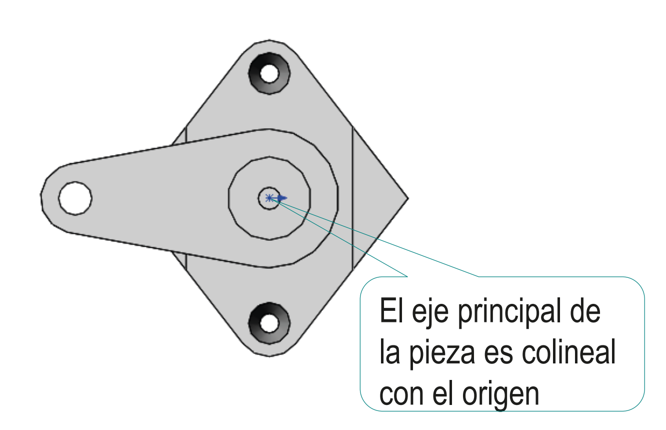
¡Vea las páginas siguientes!

Compruebe que el modelo está orientado y alineado (criterio M3.2a)







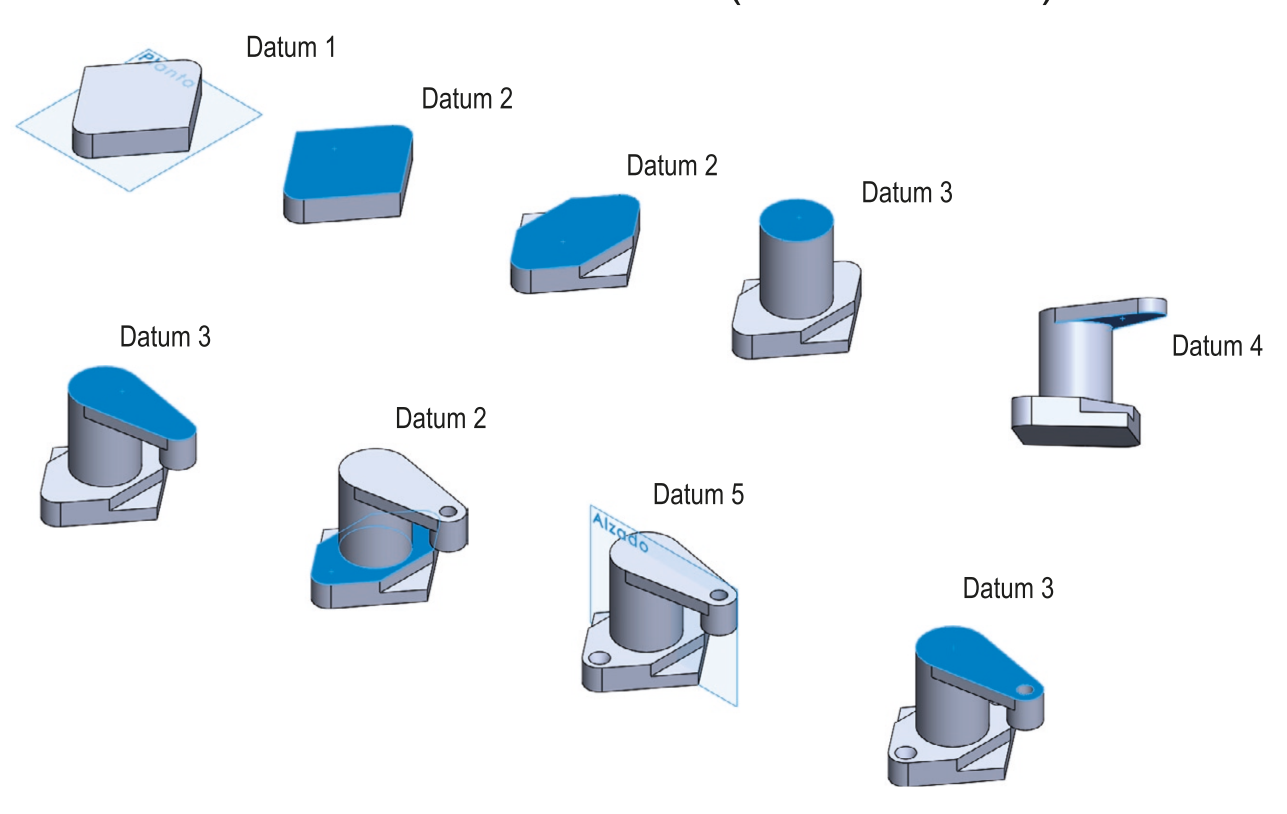


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

Compruebe que los datums (muchos de ellos al vuelo) están correctamente vinculados al modelo (criterio M3.2b)



El examen también muestra que el modelo está libre de datums repetidos o fragmentados (criterio M4.1c)

ISBN: 978-84-18432-81-1

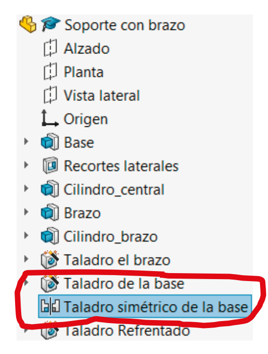
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evalúe si el modelo es conciso:

#	Criterio
M4	**El modelo es conciso**
M4.1	El modelo está libre de restricciones, operaciones de modelado o datums repetitivos o fragmentados
M4.2	Las operaciones de replicado basadas en patrones (trasladar-y-repetir, girar-y-repetir y simetría) se usan cuando es posible

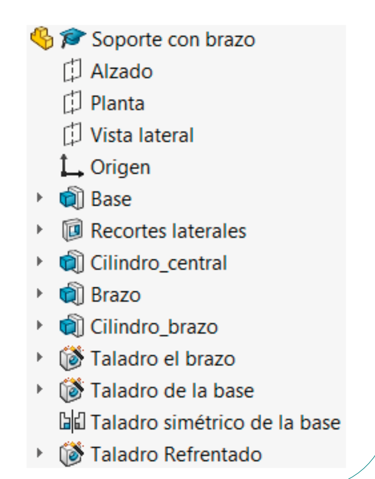
Esta parte del criterio M4.2 no se aplica, porque la pieza no tiene patrones

El modelo usa simetría para definir el segundo taladro avellanado…



…que es el único componente simétrico de la pieza

Se cumple el criterio M4.1, porque no se detecta ninguna repetición ni fragmentación en el árbol del modelo



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

Evalúe si el modelo es claro:

#	Criterio
M5	**El modelo es claro**
M5.1	El árbol del modelo es comprensible (porque las operaciones de modelado están etiquetadas y agrupadas)
M5.1a	Las etiquetas de las operaciones de modelado enfatizan su función
M5.1b	Las operaciones de modelado relacionadas se agrupan en el árbol del modelo, para enfatizar las relaciones padre-hijo
M5.2	El modelo usa preferentemente operaciones de modelado compatibles y de diseño/fabricación
M5.2a	Se usan preferentemente las operaciones de modelado más compatibles
M5.2b	Se usan preferentemente las operaciones de modelado vinculadas a características de diseño/fabricación

Se usan las operaciones de modelado más simples: extrusiones

Las características de fabricación se han usado para modelar los taladros

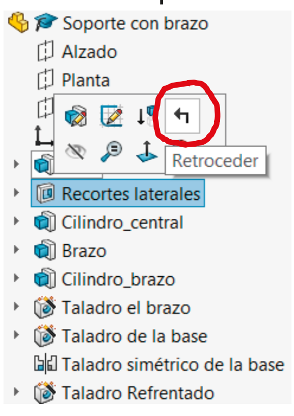
ISBN: 978-84-18432-81-1

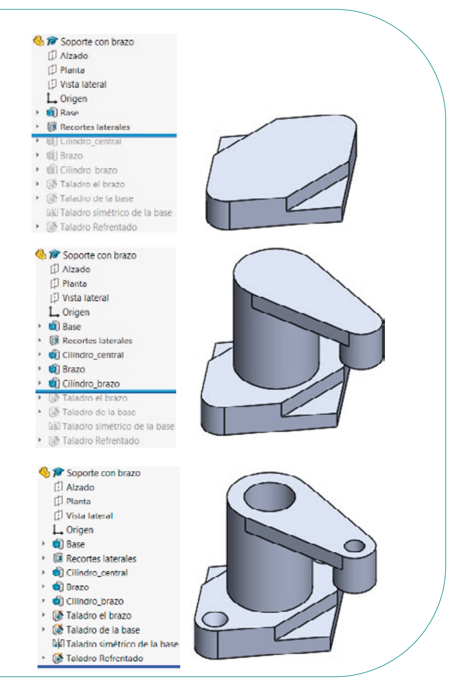
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evalúe si el modelo transmite intención de diseño en la secuencia de modelado:

#	Criterio
M6.1	El árbol del modelo es como un “guion” que describe las características de la pieza y sus funcionalidades
M6.1a	La secuencia de modelado discurre desde las características principales hasta las auxiliares
M6.1b	Las etapas intermedias del proceso de modelado son útiles para entender el objeto

Se comprueba que moviendo la *Línea de retroceso* del árbol del modelo, se muestran sucesivamente las partes principales de la pieza





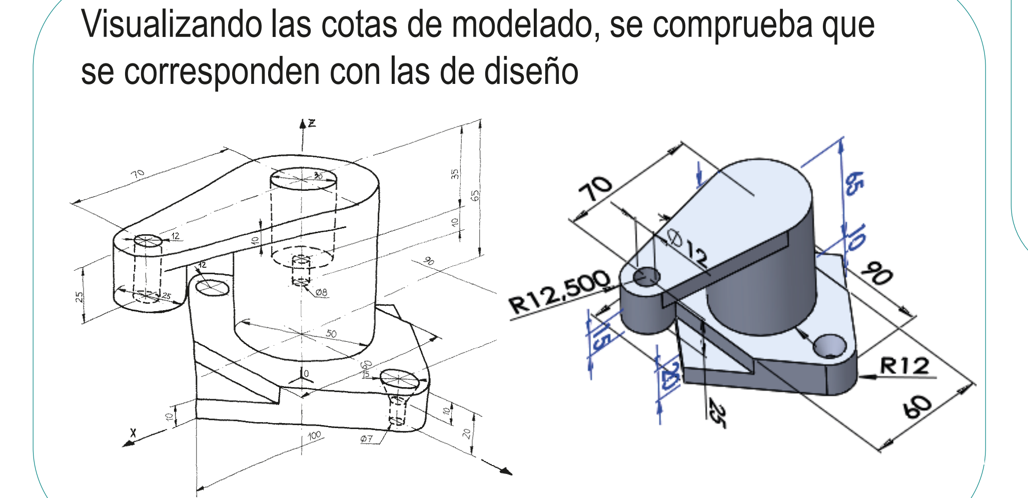
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

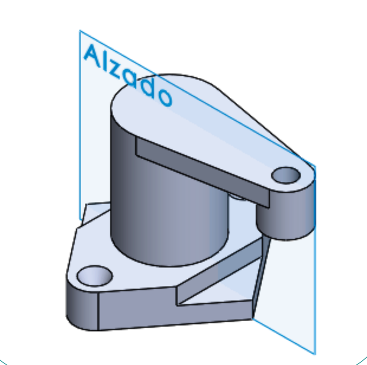
Evalúe si el modelo transmite intención de diseño en las cotas y restricciones:

#	Criterio
M6.2	El objeto se ha modelado sin perder ni transferir información de diseño
M6.2a	El objeto se ha modelado sin transferir cotas de diseño ni convertir cotas en restricciones geométricas
M6.2b	El objeto se ha modelado evitando perder simetrías y patrones

Visualizando las cotas de modelado, se comprueba que se corresponden con las de diseño



El modelo usa el plano del alzado como plano de simetría bilateral



Evaluación

Tarea

Estrategia

Ejecución

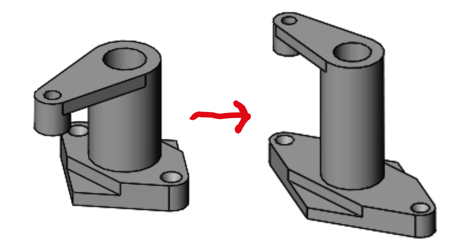
Conclusiones

Evaluación

Evalúe si el modelo transmite intención de diseño permitiendo cambios y rediseños:

#	Criterio
M6.3	El modelo es simultáneamente flexible (permite muchos cambios) y robusto (impide cambios catastróficos)
M6.3a	Los elementos funcionales se definen mediante operaciones de modelado independientes
M6.3b	Las relaciones padre/hijo del árbol del modelo están libres de dependencias innecesarias

√ El criterio se ha comprobado indirectamente al hacer los cambios de diseño de la pieza



√ Se pueden hacer más comprobaciones, tal como se indica en las páginas siguientes

Evaluación

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

Validamos el criterio M6.3a, puesto que todos los elementos funcionales de la pieza son fáciles de distinguir en el árbol del modelo:

√ El soporte descansa sobre una base que contiene dos cortes laterales

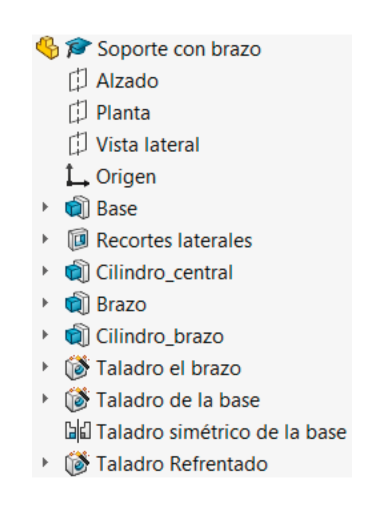
Dos agujeros avellanados simétricos pueden usarse para fijar la base mediante sus correspondientes tornillos

√ Hay un cilindro principal, que conecta la base con el brazo

El cilindro central contiene un agujero refrentado

√ El brazo está colocado sobre el cilindro central y soporta a un pequeño cilindro excéntrico

El cilindro excéntrico contiene un taladro liso

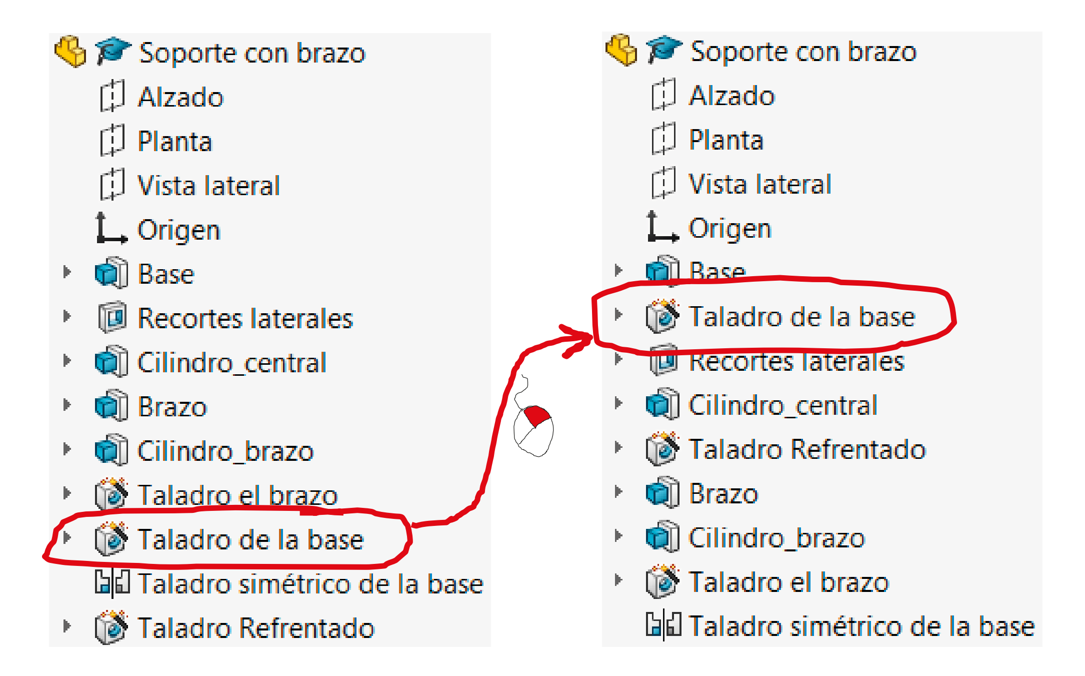


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Evaluación

Para comprobar que las relaciones padre/hijo son mínimas (M6.3b), compruebe que puede recolocar los taladros junto a sus correspondientes elementos de soporte



ISBN: 978-84-18432-81-1

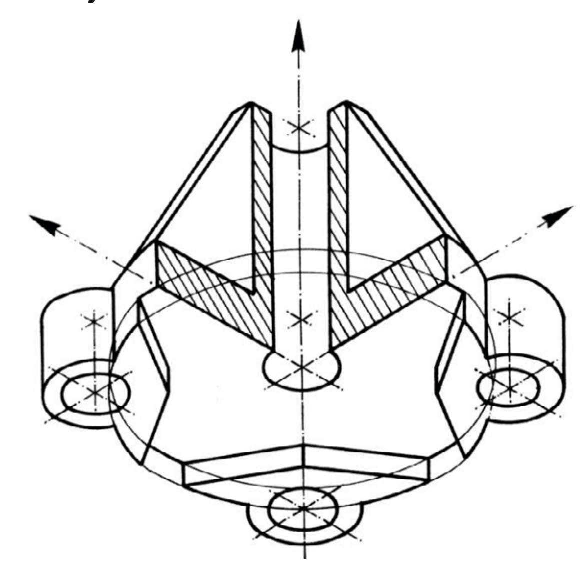
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

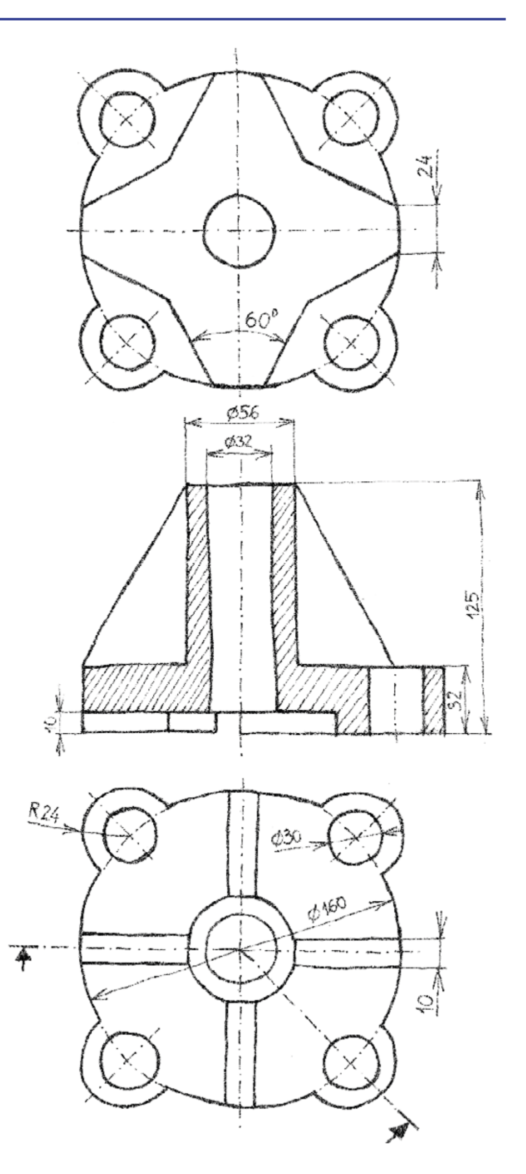
Ejercicio 1.6.2. Soporte con nervios para barra en voladizo

Tarea

La figuras muestran dos imágenes de un soporte de barra en voladizo:

- ✓ Una axonometría a vista de rana cortada
- ✓ El dibujo de diseño mediante vistas ortográficas





Obtenga el modelo sólido de la pieza, utilizando para ello los elementos característicos que considere apropiados

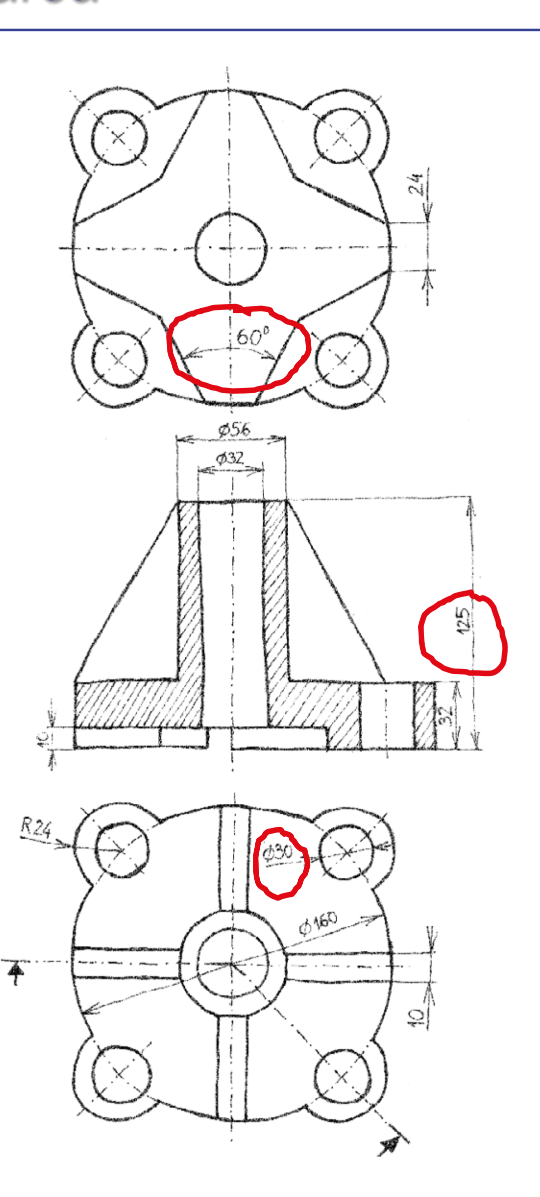
Tarea

Compruebe también que se pueden realizar los siguientes cambios de diseño en el modelo final:

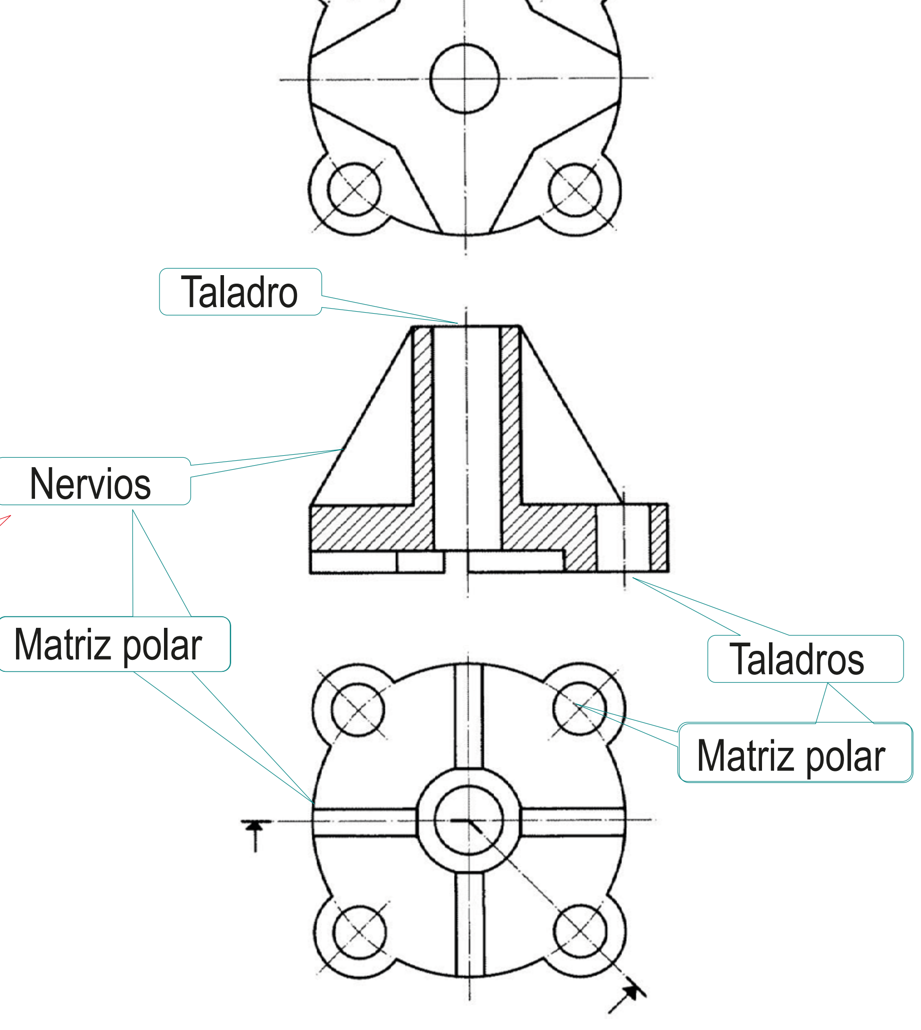
1. La altura total se puede cambiar a 110 mm

2. El diámetro de los taladros se puede cambiar a 20 mm

3. Las ranuras en forma de estrella se pueden convertir en ranuras de anchura constante (es decir, el ángulo de 60° se puede sustituir por una condición de paralelismo)



Analizando el dibujo de diseño se detectan diferentes elementos característicos:



Analizando los nervios se observa que tienen un diseño poco práctico, ya que llegan hasta el borde de la pieza

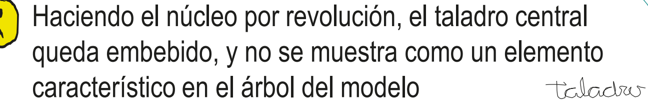
Eso implica que la intersección de los nervios con el resto del cuerpo da lugar a geometrías complejas, que requieren construcciones auxiliares

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

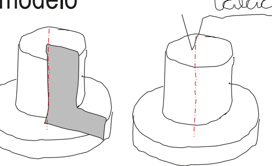
Estrategia

Analizando la forma de la pieza, y teniendo en cuenta los elementos característicos detectados, se propone la siguiente secuencia de modelado:



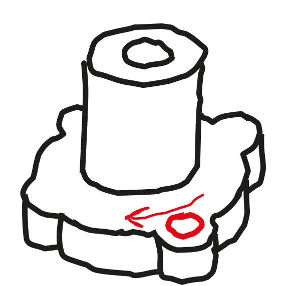
Haciendo el núcleo por revolución, el taladro central queda embebido, y no se muestra como un elemento característico en el árbol del modelo

Para que quede como un elemento característico, haga el núcleo macizo y añada el taladro después



1. Obtenga núcleo de la pieza por revolución

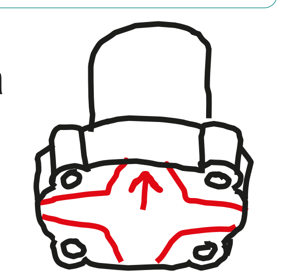
2. Añada las cuatro orejas por extrusión



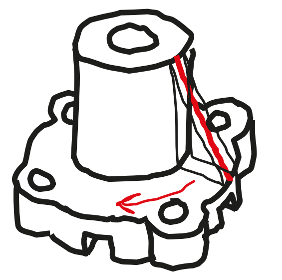
3. Inserte los taladros en las orejas

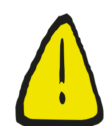
Puede modelar una oreja con su taladro, y aplicar un patrón

4. Haga el vaciado en forma de estrella de la base

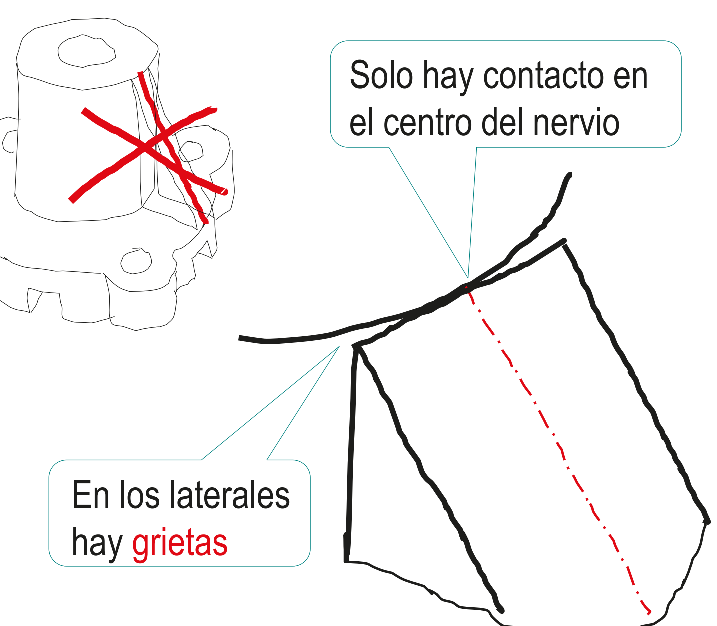


5. Añada los nervios

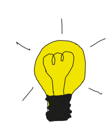




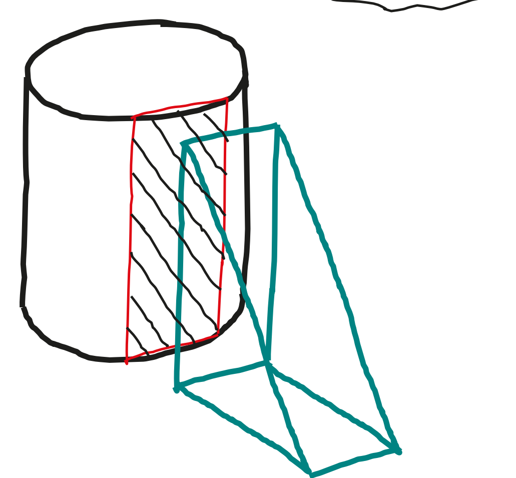
Para modelar los nervios no se puede dibujar una línea de contorno que se apoye en la superficie cilíndrica…



…porque, al dar espesor al nervio, se obtendría una geometría no válida



La solución consiste en vaciar parte del cilindro, creando una cara de asiento para que el nervio encaje en ella



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Tarea

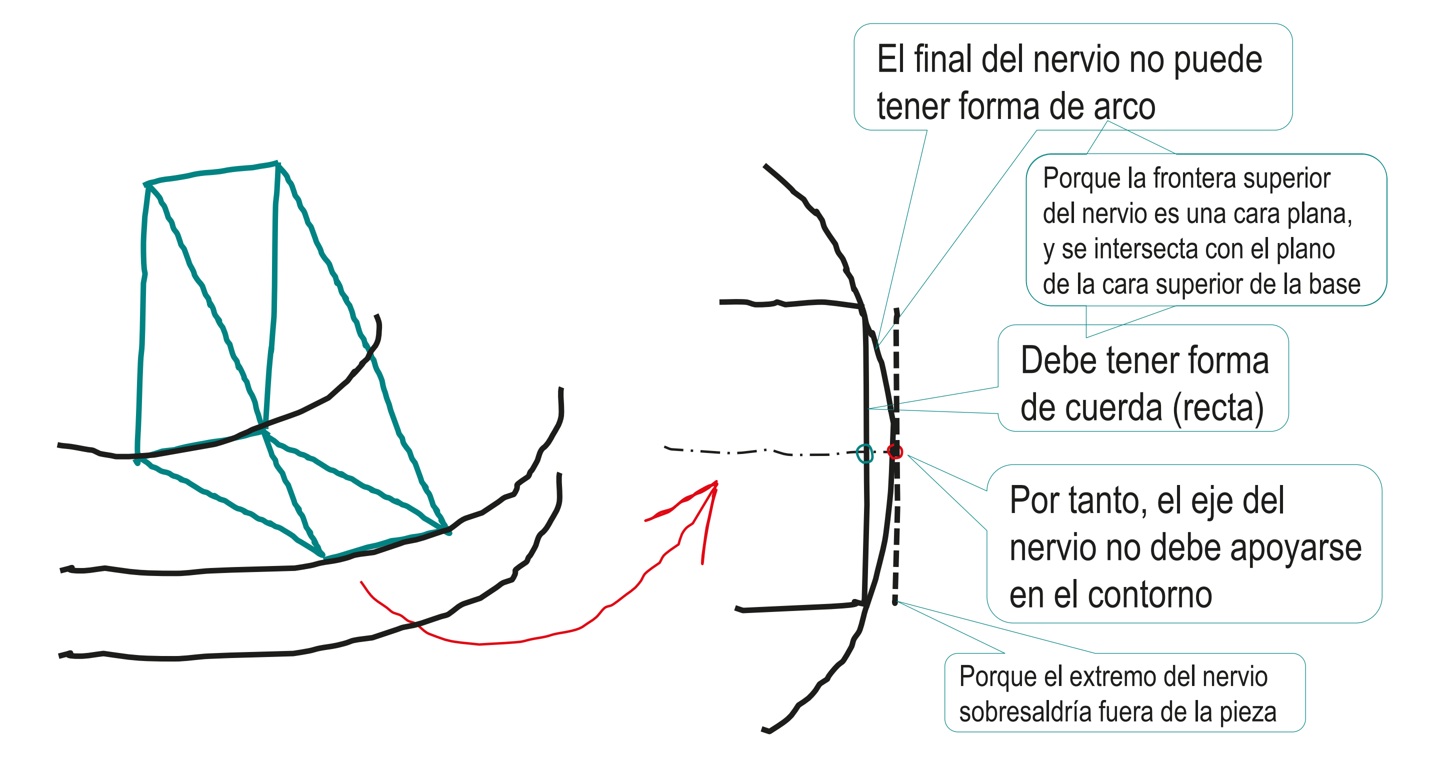
Estrategia

Ejecución

Conclusiones



El borde inferior del nervio también puede crear problemas



Se debe dibujar la cuerda en un croquis auxiliar, para hacer pasar el eje del nervio por el centro de dicha cuerda

Estrategia



Una solución alternativa es calcular la cuerda de la cara superior y conectar los centros de ambas cuerdas

Pero la geometría no es igual que la del modelo pedido…

…porque la intersección del plano inclinado del nervio con la superficie cilíndrica produce un arco de elipse

Ver Lección 1.7.1

Para conectar el croquis del nervio a los croquis de las cuerdas puede ser necesario *Perforar*, tal como se explica en la Lección 1.7

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

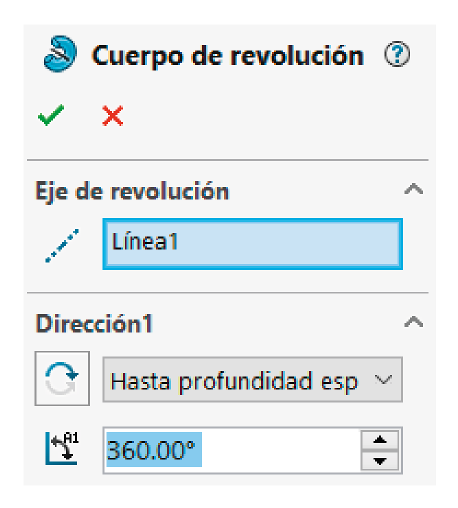
Ejecución: Núcleo

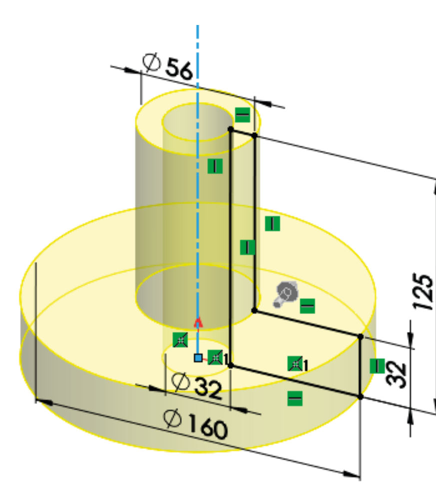
Los pasos para modelar el núcleo son:

- √ Seleccione el alzado como plano de referencia (Datum 1)

- √ Dibuje y restrinja el perfil

- √ Obtenga un sólido por revolución





Ejecución: Base

Tarea

Estrategia

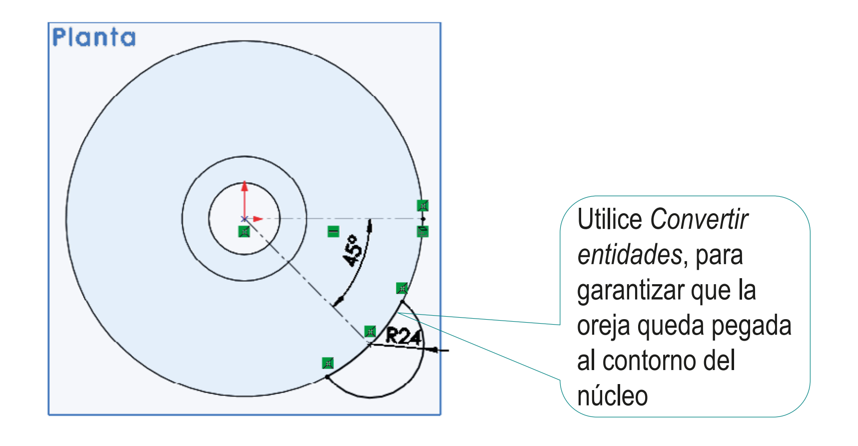
Ejecución

Conclusiones

Los pasos para modelar los complementos de la base son:

√ Seleccione la planta (Datum 2)

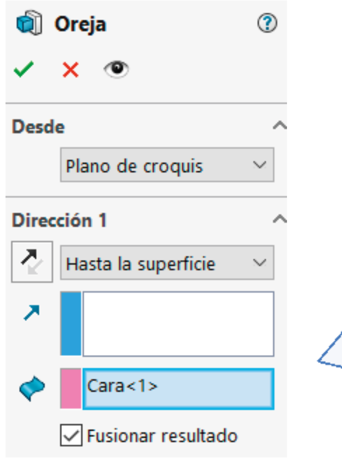
√ Dibuje el perfil de una oreja

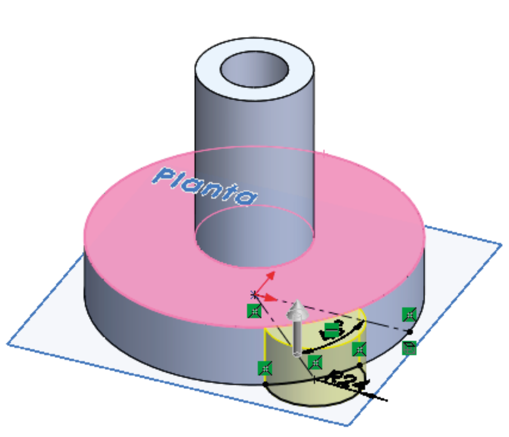


Utilice *Convertir entidades*, para garantizar que la oreja queda pegada al contorno del núcleo

√ Aplique una extrusión *hasta la superficie*

Para que la oreja tenga el mismo espesor que la base del núcleo



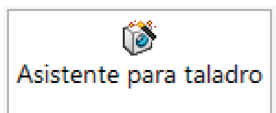


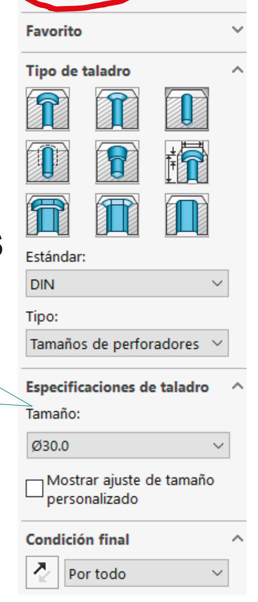
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Base

√ Seleccione *Asistente para taladro*

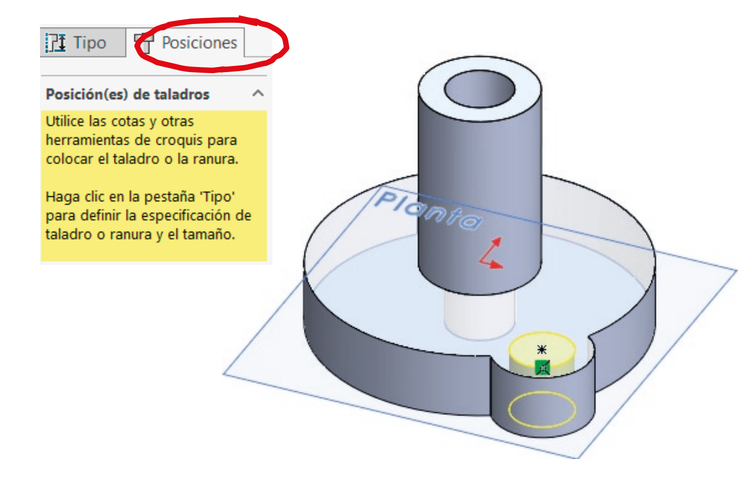




√ Ajuste los parámetros

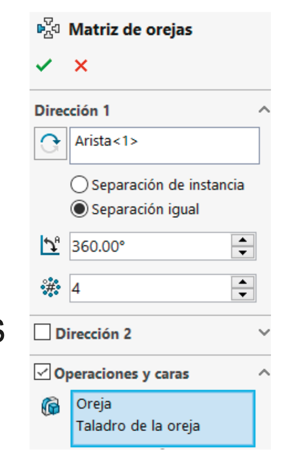
Utilice el estándar DIN, porque es el único que permite taladros de gran diámetro

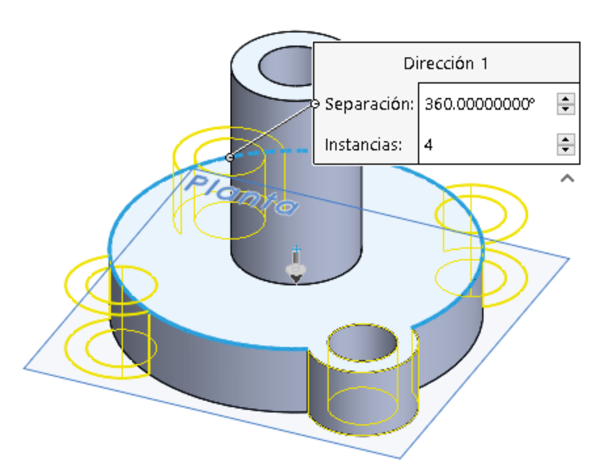
√ Seleccione la cara superior de la base (Datum 3)



√ Coloque el taladro concéntrico con el arco de la oreja

√ Obtenga las otras tres orejas taladradas por *Matriz circular*





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Base

Tarea

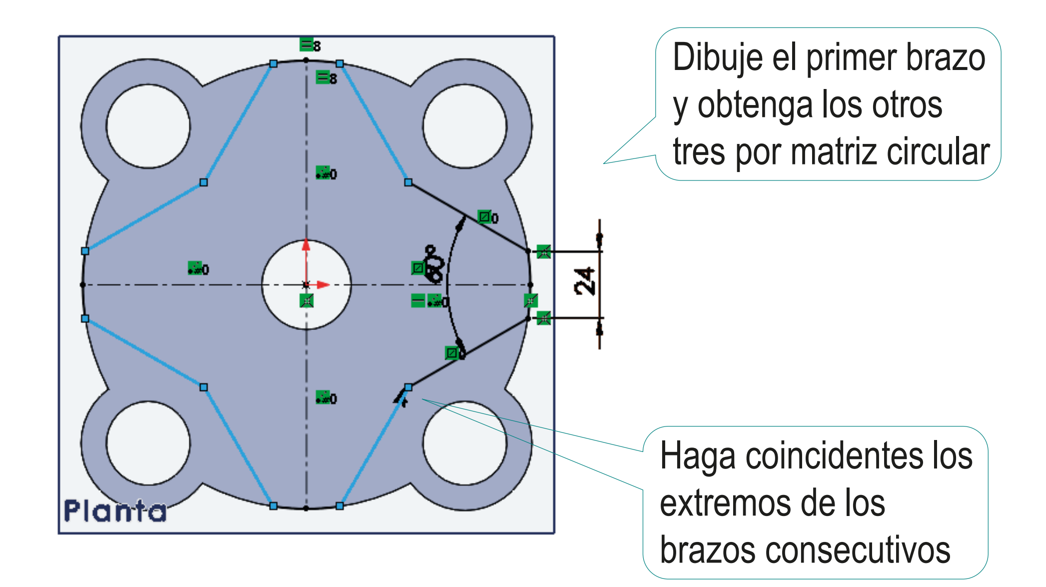
Estrategia

Ejecución

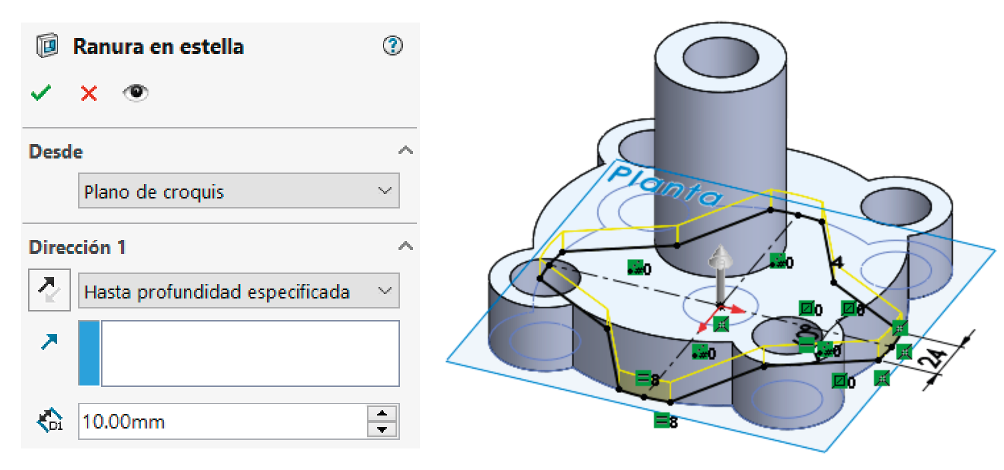
Conclusiones

√ Seleccione la Planta (Datum 2)

√ Dibuje y restrinja el perfil



√ Haga una extrusión en corte

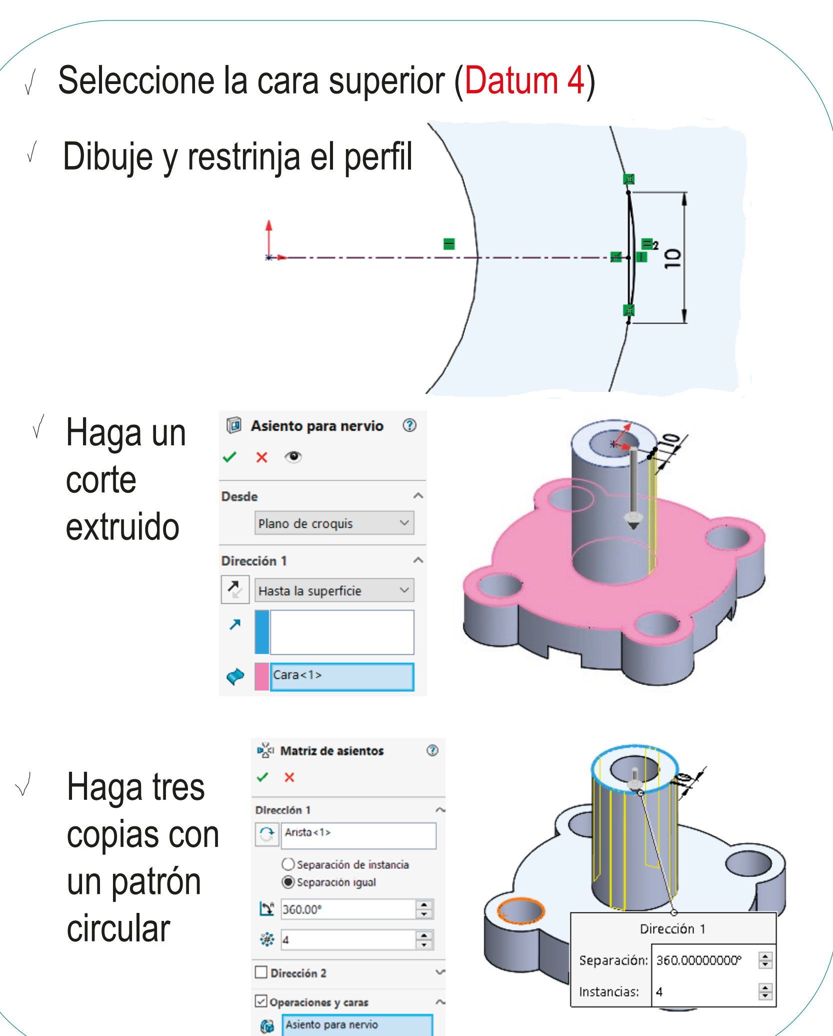


Los pasos para modelar los nervios son:

1 Obtenga el asiento plano

2 Dibuje el croquis auxiliar con la cuerda de la base

3 Obtenga el elemento característico *Nervio*



Ejecución: Nervios

Los pasos para modelar los nervios son:

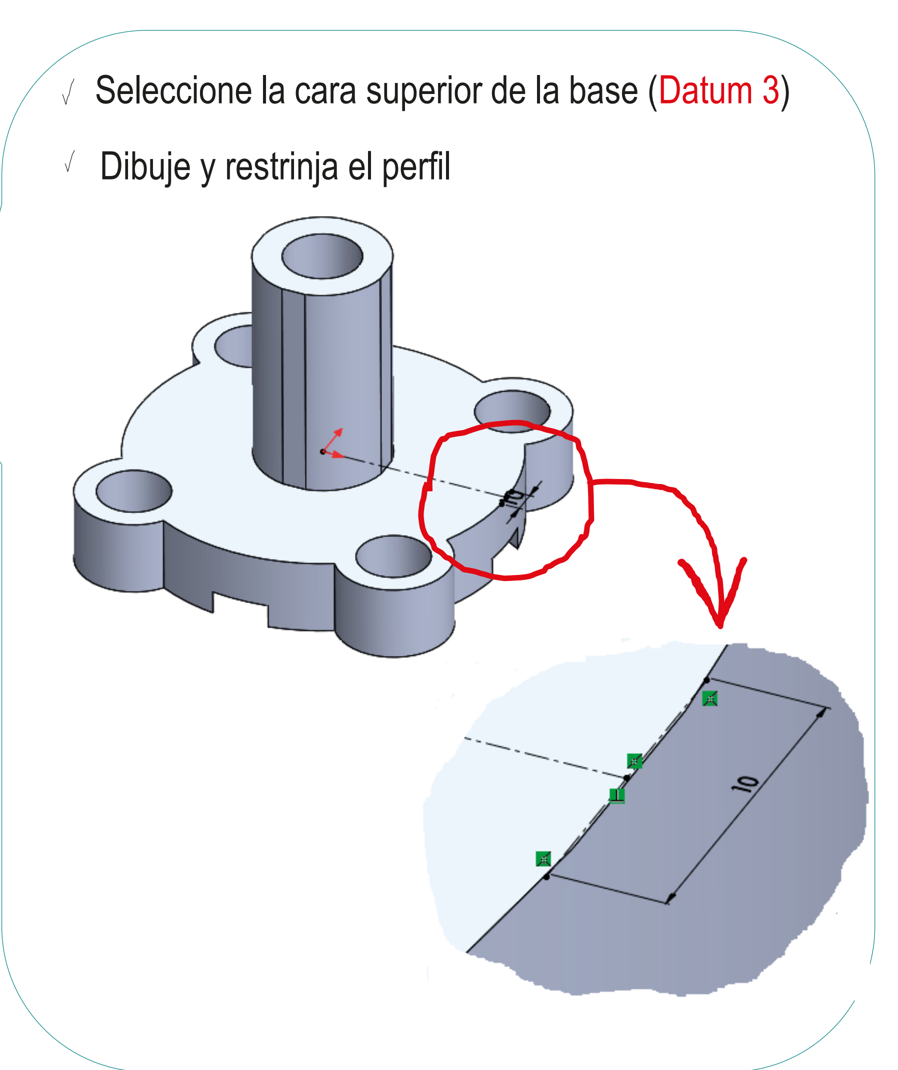
1 Obtenga el asiento plano

2 Dibuje el croquis auxiliar con la cuerda de la base

3 Obtenga el elemento característico *Nervio*

√ Seleccione la cara superior de la base (Datum 3)

√ Dibuje y restrinja el perfil



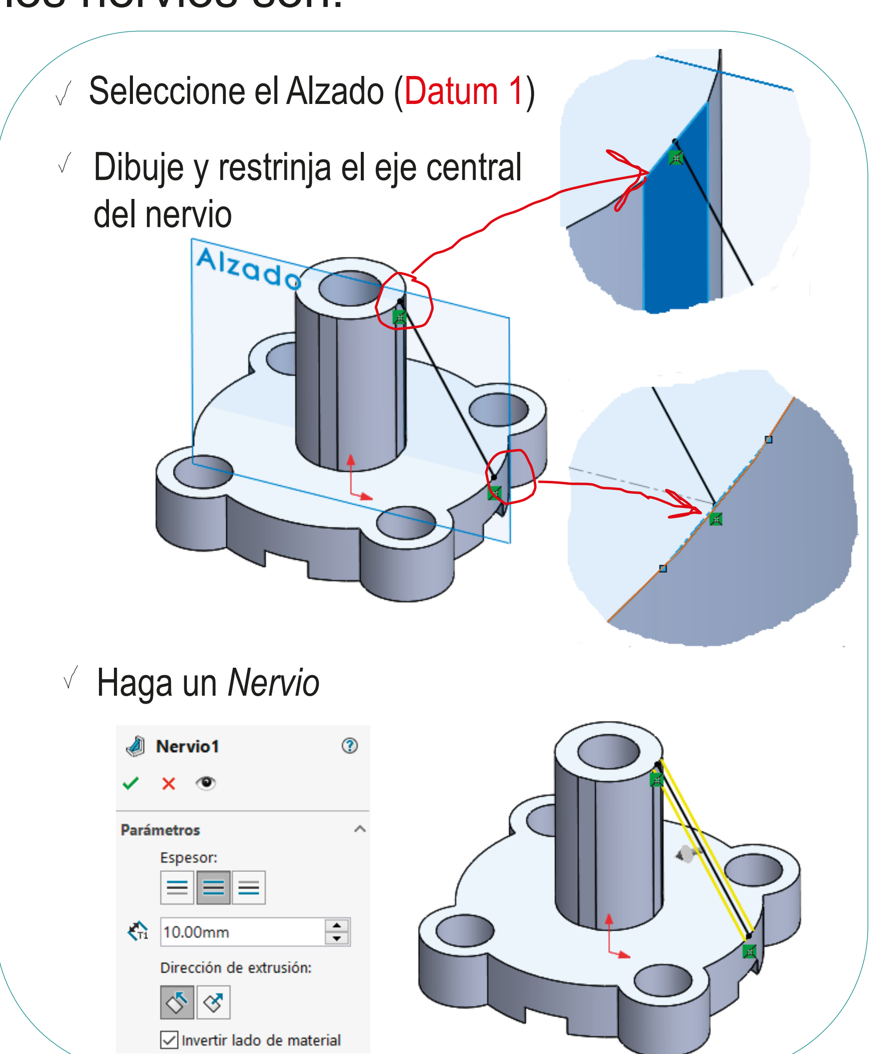
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Los pasos para modelar los nervios son:

1. Obtenga el asiento plano

2. Dibuje el croquis auxiliar con la cuerda de la base

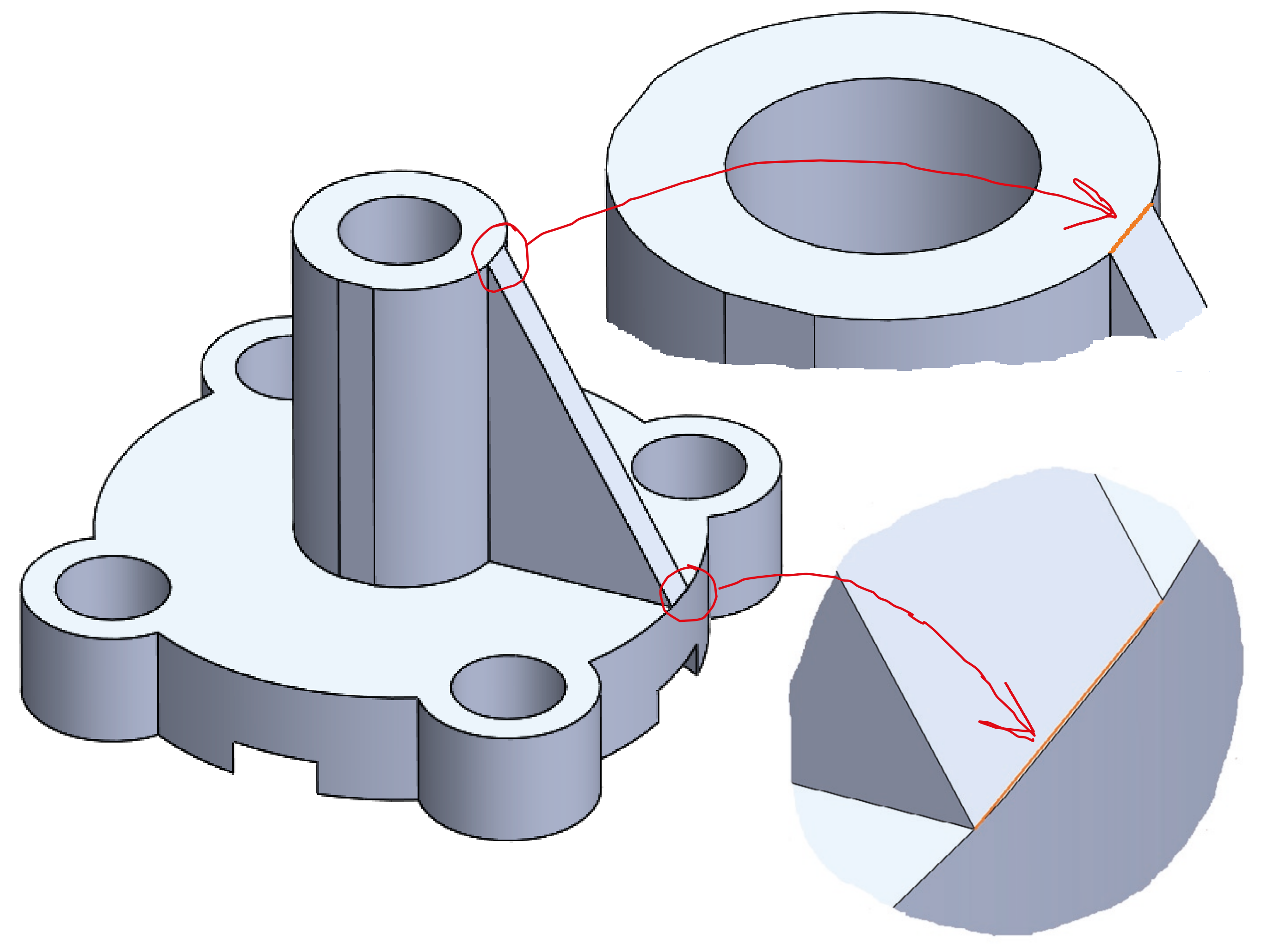
3. Obtenga el elemento característico *Nervio*



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

El nervio obtenido tiene este aspecto:



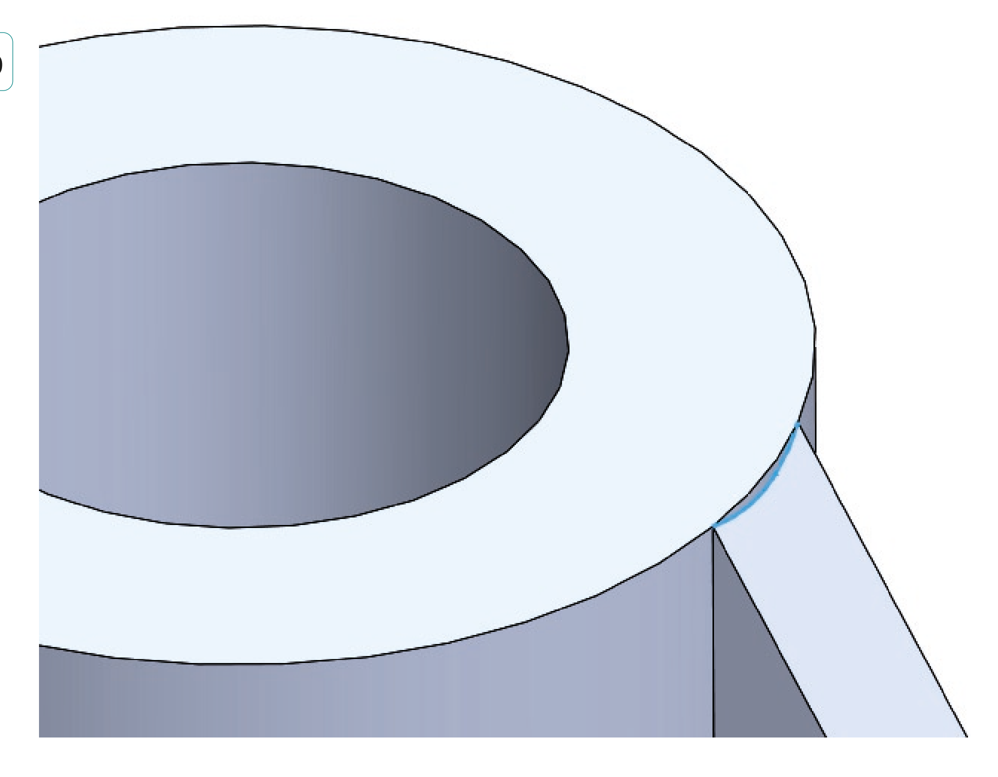
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Nervios

Si el eje central del nervio va de centro de cuerda a centro de cuerda, la solución que se obtiene es:

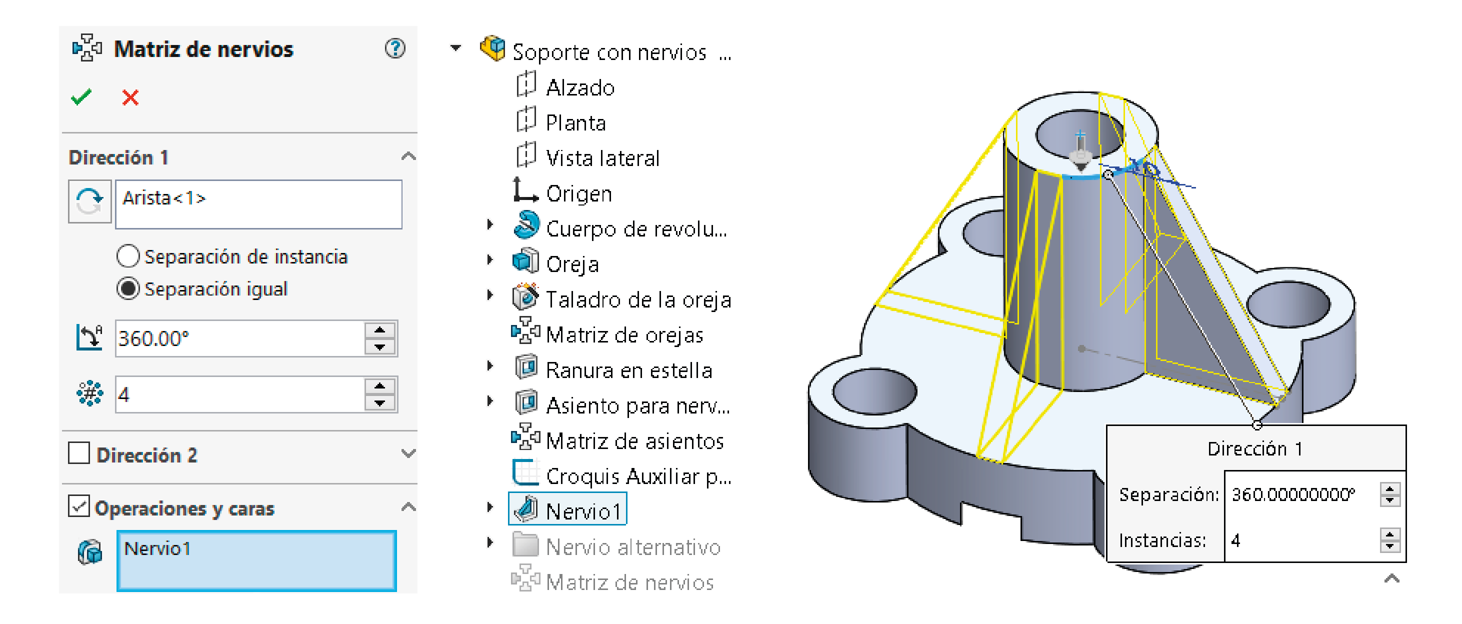
Sin el asiento



¡La geometría es válida, pero distinta de la de la pieza original!

Ejecución: Nervios

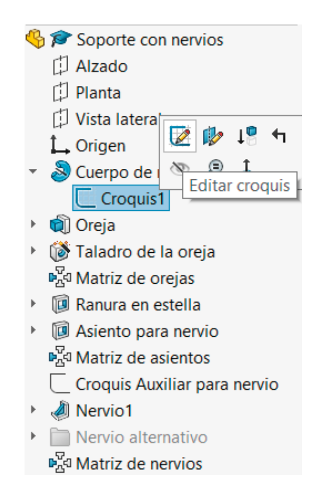
En cualquiera de las dos alternativas, complete el modelo mediante otros tres nervios obtenidos por matriz circular:

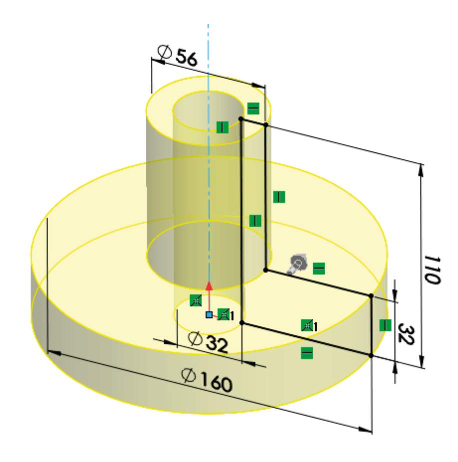


Ejecución: Cambios

Edite el modelo para realizar los tres cambios solicitados:

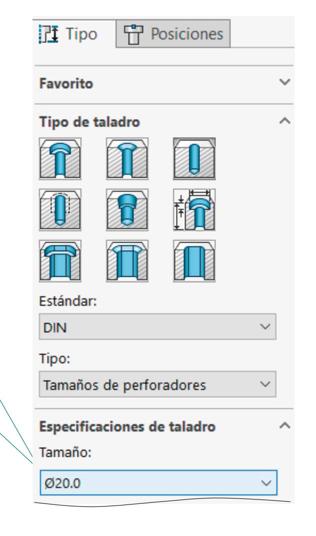
1 Cambie la altura total a 110 mm

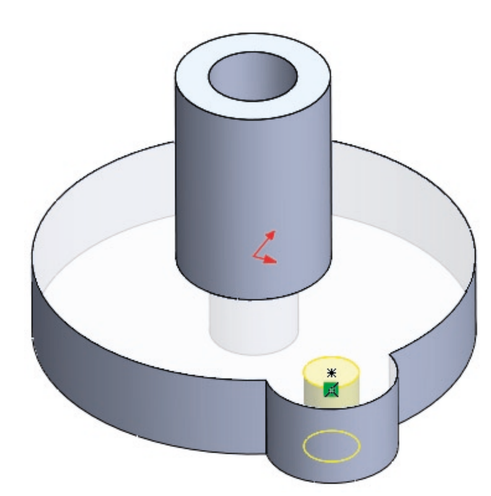




2 Cambie el diámetro de los taladros a 20 mm

Cambiando la instancia en el editor de taladros, todos deben cambiar automáticamente



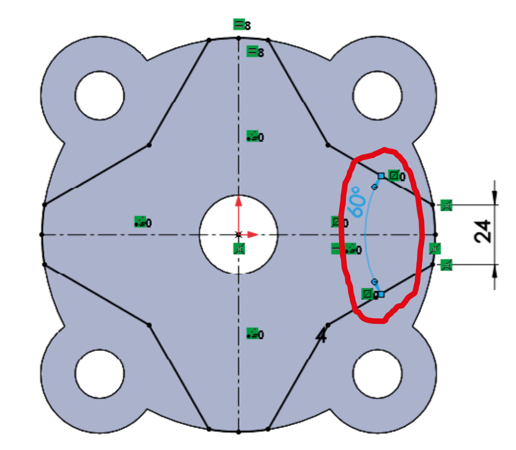


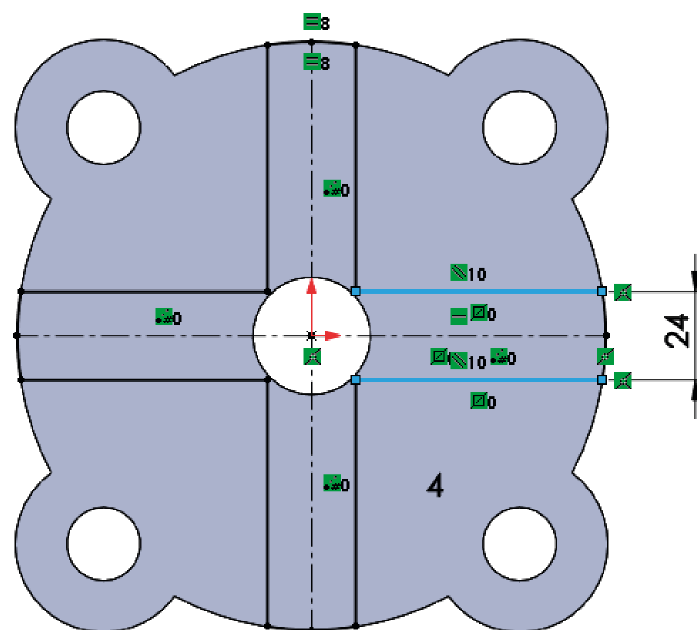
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

3 Convierta las ranuras en forma de estrella en ranuras de anchura constante

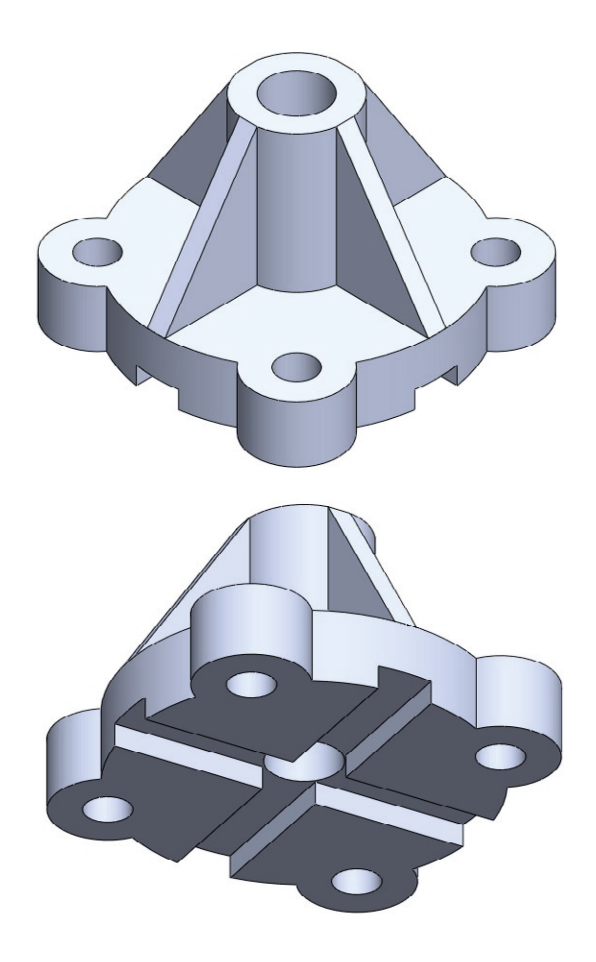
Cambiando el ángulo de 60° por una condición de paralelismo

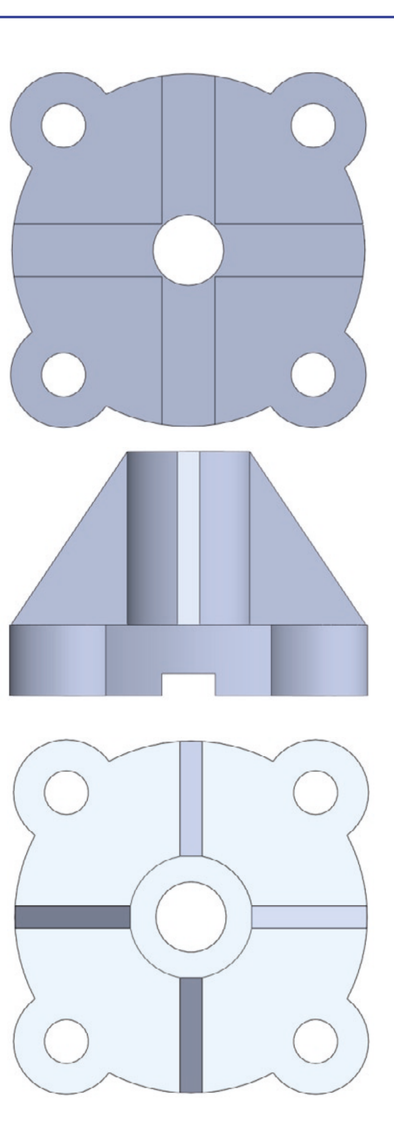




Ejecución: Cambios

¡Se comprueba que los cambios solicitados son posibles!





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

1 Hay que analizar los objetos antes de modelarlos

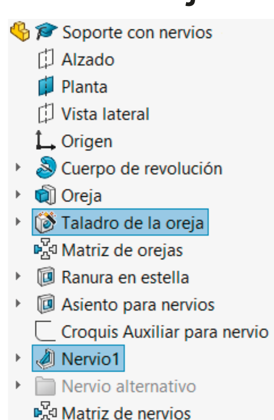
El análisis detecta características, apoyándose en:

- √ Dibujos de diseño
- √ Esquemas de modelado

2 Los elementos característicos aportan dos ventajas:

- √ Dejan constancia de la intención de diseño en el árbol del modelo
- √ Simplifican el proceso de modelado

Pero con geometrías complejas, pueden ser necesarias ciertas construcciones auxiliares, para construir los elementos característicos



3 La intención de diseño también se transmite eligiendo patrones de repetición apropiados

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejercicio 1.6.3. Carcasa embridada

Tarea

La figura muestra las vistas principales de una carcasa embridada

Las medidas deben extraerse de la figura, sabiendo que la longitud total (medida en la vista de la izquierda) es de 170 mm

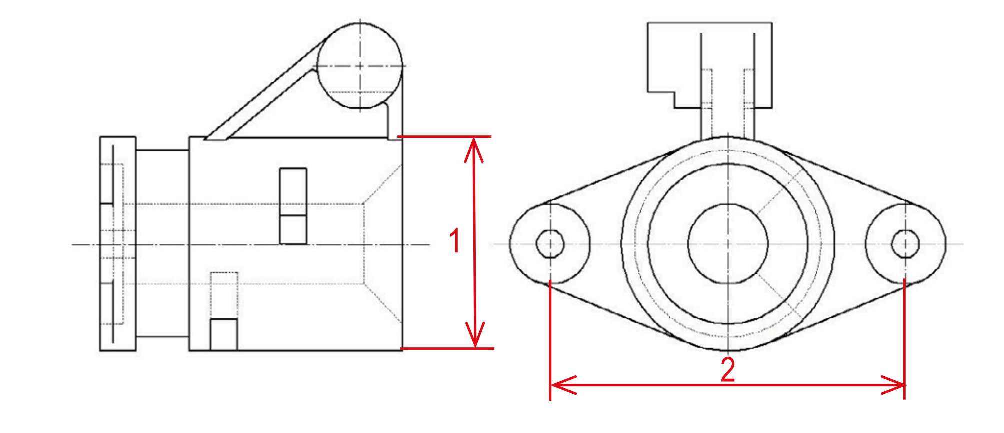
Obtenga el modelo sólido de la pieza, utilizando para ello los elementos característicos que considere apropiados

Tarea

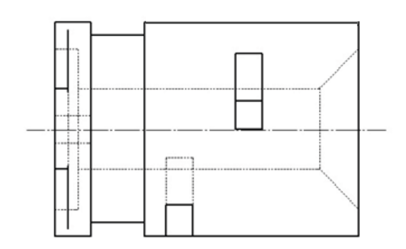
El modelo resultante debe permitir los siguientes cambios de diseño:

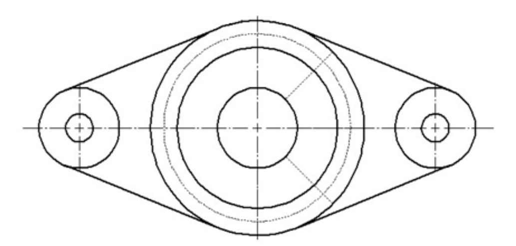
- √ Incrementar un 20% el diámetro del cuerpo central (cota 1)

- √ Incrementar un 20% la distancia entre los centros de la brida (cota 2)



- √ Suprimir el brazo superior





Estrategia

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Tome medidas en el dibujo de diseño, para determinar el tamaño de la pieza

2 Analice la pieza buscando posibles elementos característicos

3 Analice la pieza para descomponerla en partes modelables

4 Analice las posibles interacciones entre las partes

Siempre es interesante minimizar las dependencias entre partes de una pieza…

…pero en este caso es *necesario* que el brazo superior sea independiente del resto de la pieza

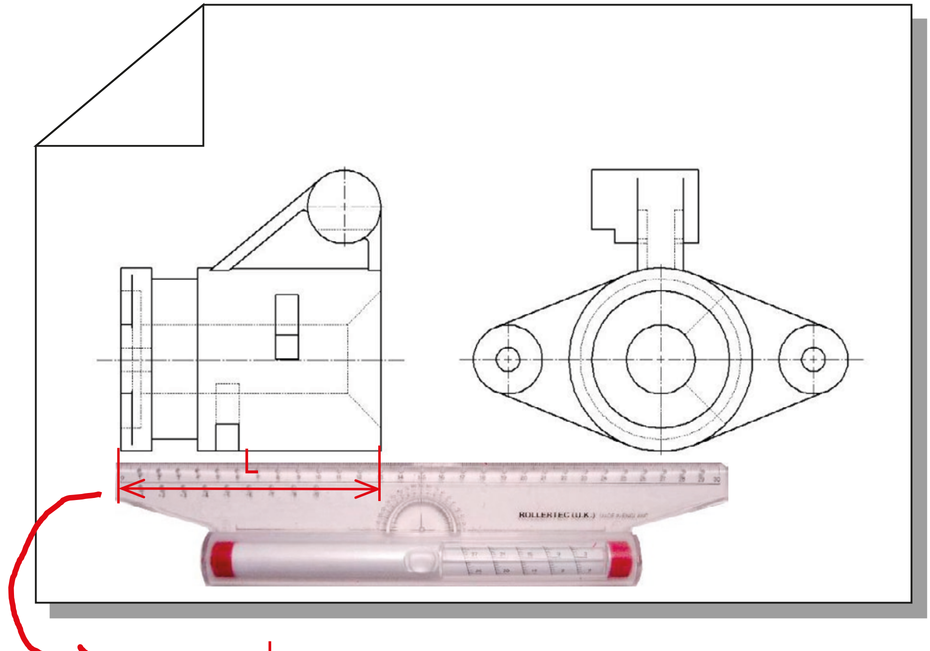
5 Determine un proceso de modelado por partes y utilizando elementos característicos

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

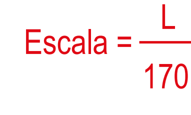
Tome medidas en el dibujo de diseño:

- Imprima la figura en una hoja de papel

Alternativamente, muestre la figura en la pantalla

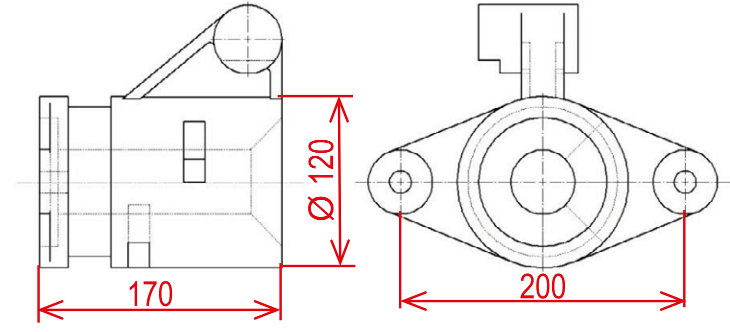


- Determine la escala:
  - Mida la longitud total en la vista de la izquierda
  - Obtenga el factor de escala como el cociente de la medida obtenida, dividida por la medida real de 170 mm



$$\text{Escala} = \frac{L}{170}$$

- Mida el resto de dimensiones, y divida por la escala para obtener las medidas reales
- Anote las dimensiones reales mediante cotas

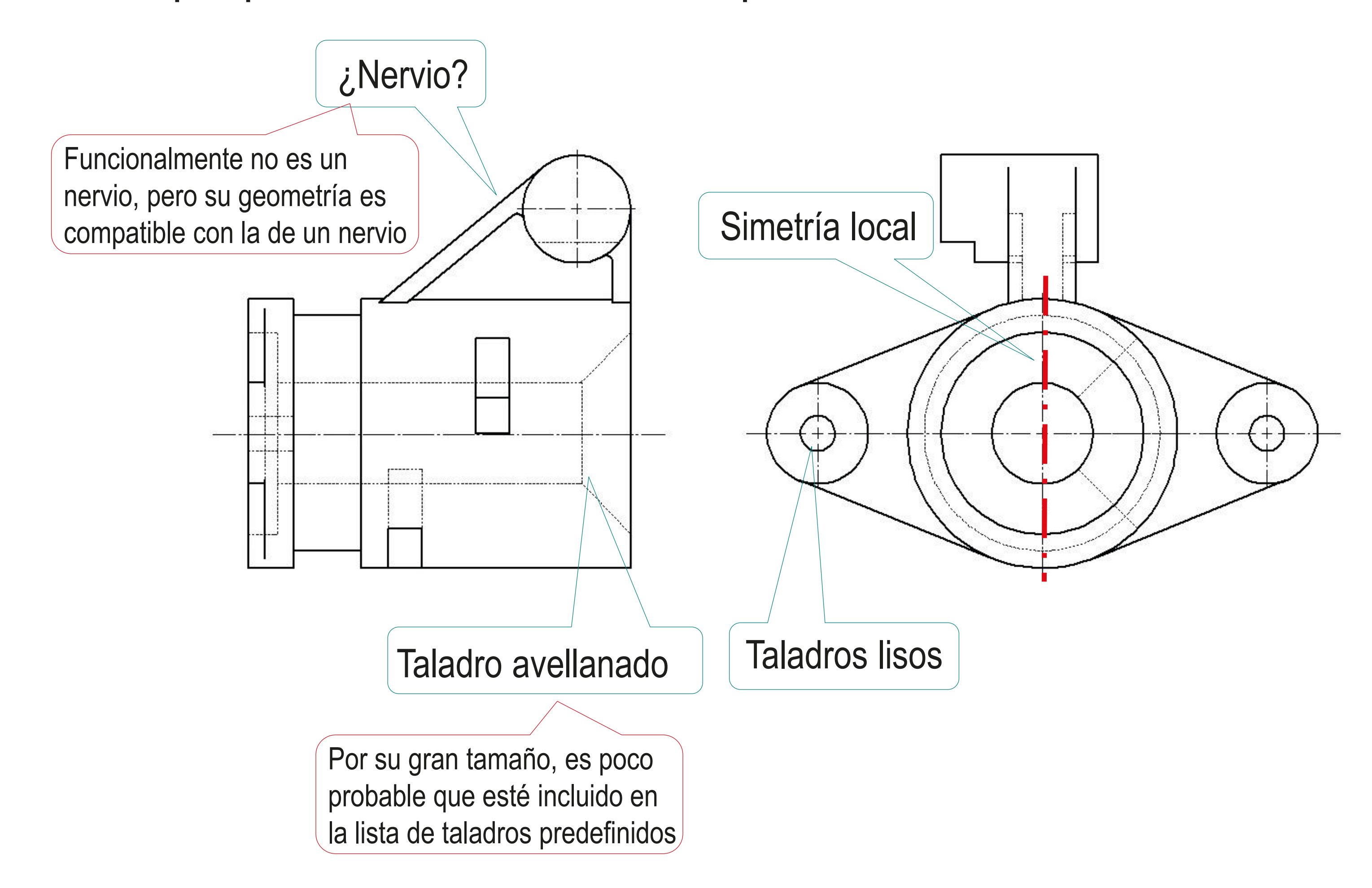


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Los elementos característicos y otras intenciones de diseño que pueden observarse en la pieza son:



ISBN: 978-84-18432-81-1

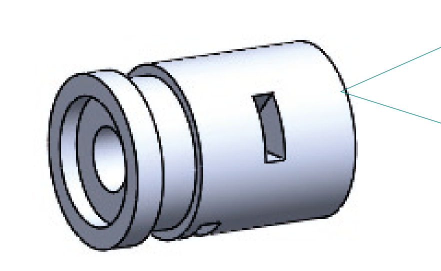
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

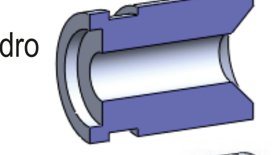
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Las partes modelables que se observan en la pieza son:

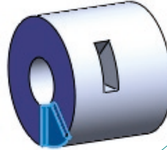
√ Cuerpo principal



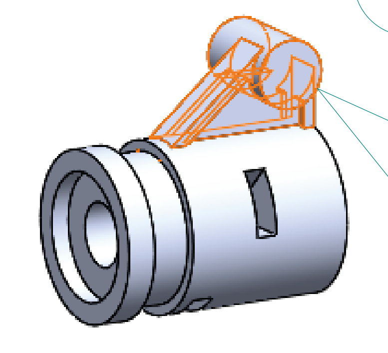
Incluye un taladro central



Incluye dos ranuras o "lumbreras"

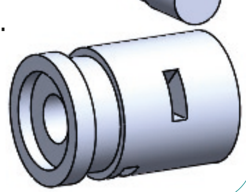


√ Brazo superior con pivote

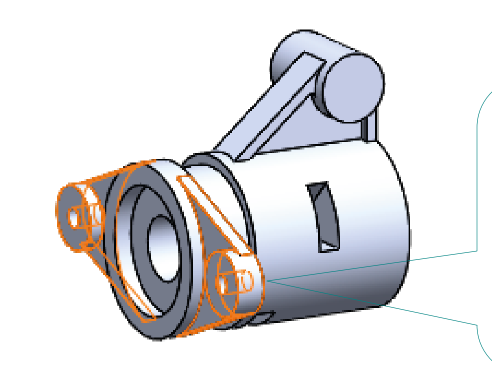


Se puede modelar primero el pivote…

…y luego un brazo tangente



√ Brida delantera



Se puede aprovechar la simetría local para construirla

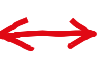
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

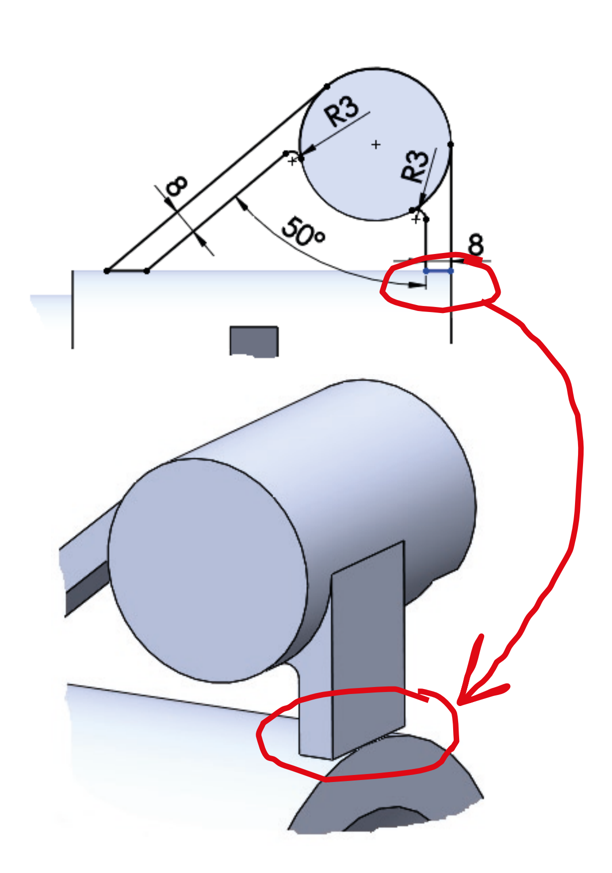
Estrategia

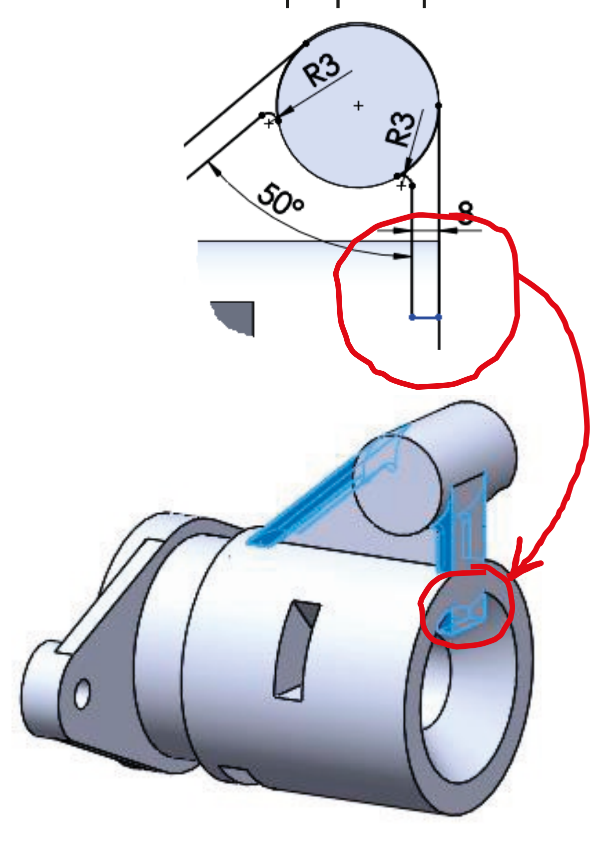
La intersección entre el brazo y el cuerpo principal es difícil de modelar:

Si el perfil es tangente, la extrusión provoca una grieta



Si el perfil penetra demasiado, puede añadir material en el hueco del cuerpo principal



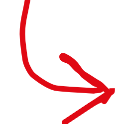


ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

Estrategia

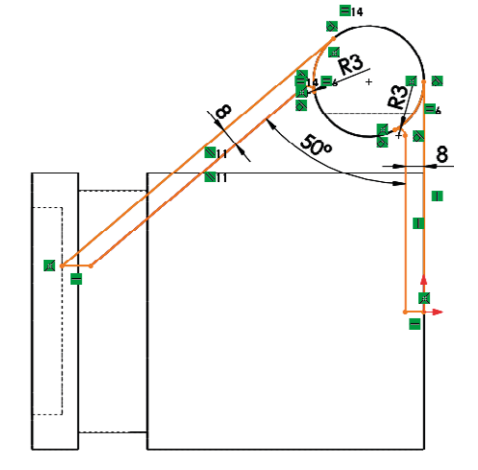


Si se usa un valor intermedio arbitrario, la solución será válida, pero pueden surgir problemas durante un futuro rediseño

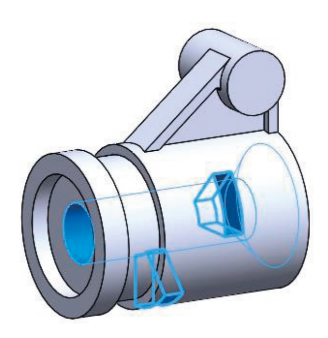


Para tener un modelo robusto frente a cambios:

√ Extienda los brazos hasta el centro del cuerpo principal



√ Haga los agujeros del cuerpo principal después de modelar el brazo superior



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

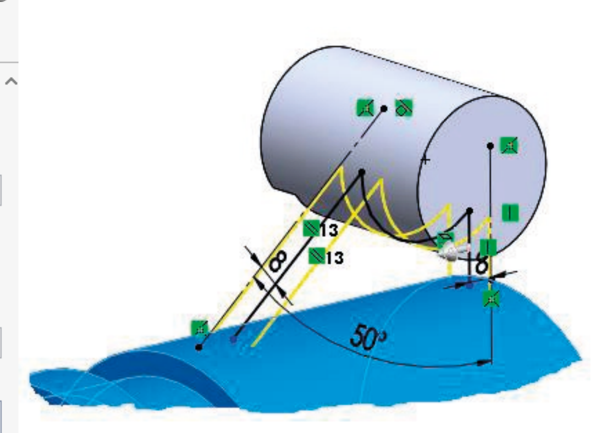


Podría construir el brazo como un nervio

Aprovechando que la herramienta nervio determina automáticamente la intersección con el cuerpo principal

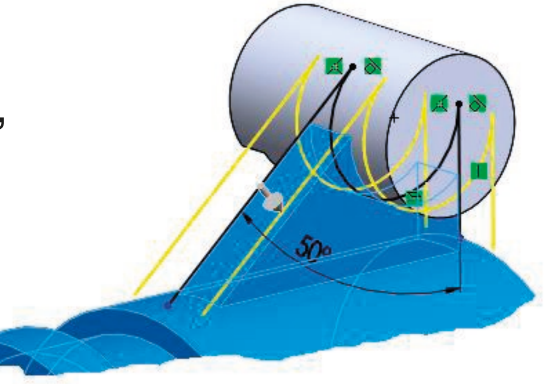


Debe notar que al aplicar un nervio a un modelo multicuerpo, el programa pide que se identifique el cuerpo hasta el que se va a extender el nervio





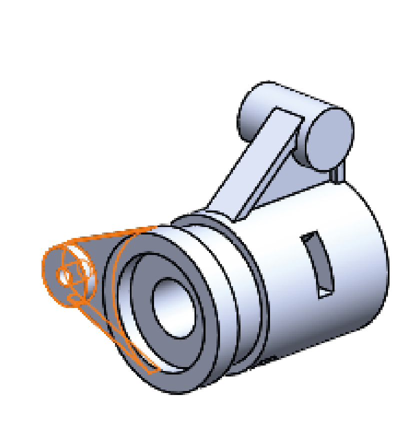
Pero no se obtiene el modelo buscado, porque el "nervio" de los brazos (de mayor espesor) tapa al "nervio" del tímpano (de menor espesor)

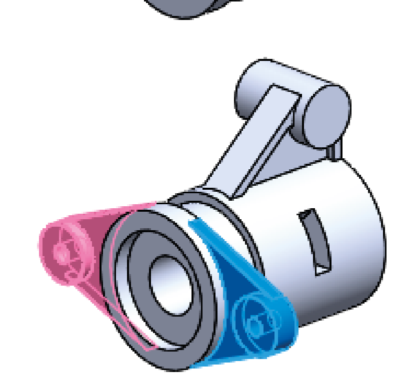


Determine un secuencia de modelado:

- √ Cuerpo principal macizo
- √ Brazo superior
- √ Taladro y ranuras del cuerpo principal
- √ Brida

Modele media brida, y obtenga su simétrica



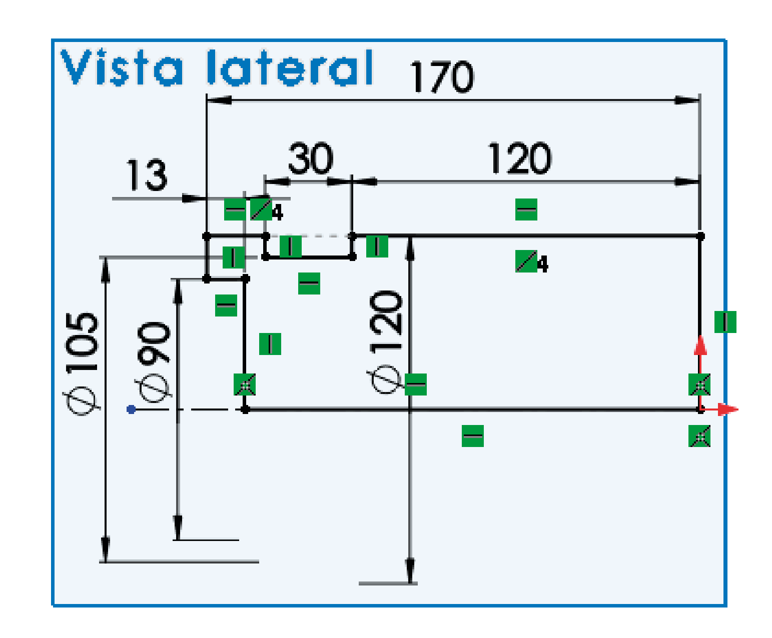


ISBN: 978-84-18432-81-1

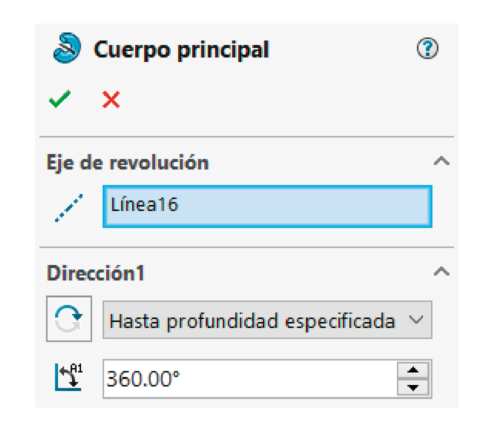
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

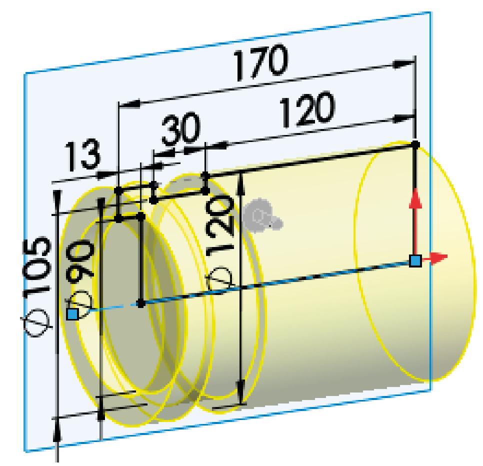
Obtenga el cuerpo principal:

- Seleccione la vista lateral como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje el eje de revolución
- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias



- Revolucione el perfil



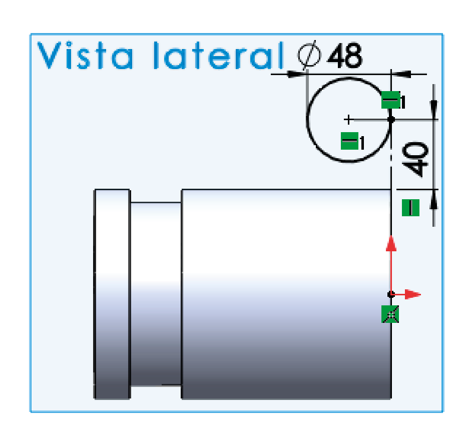


ISBN: 978-84-18432-81-1

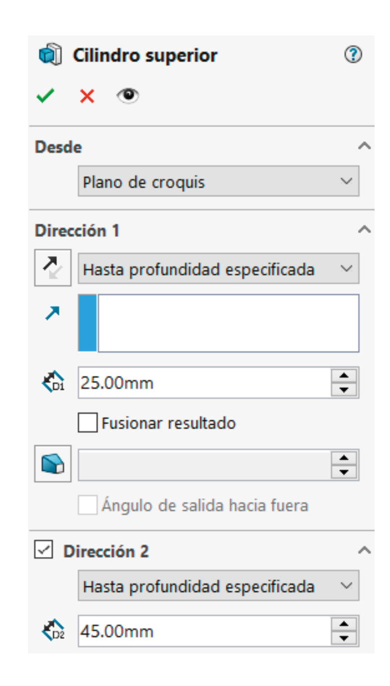
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

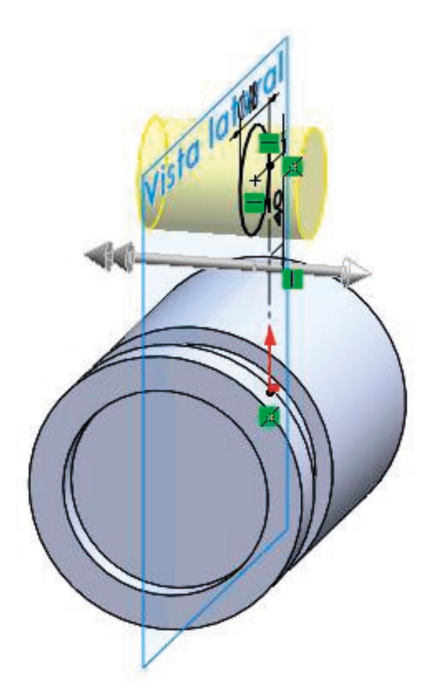
Obtenga el cilindro superior:

- Seleccione la vista lateral como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias



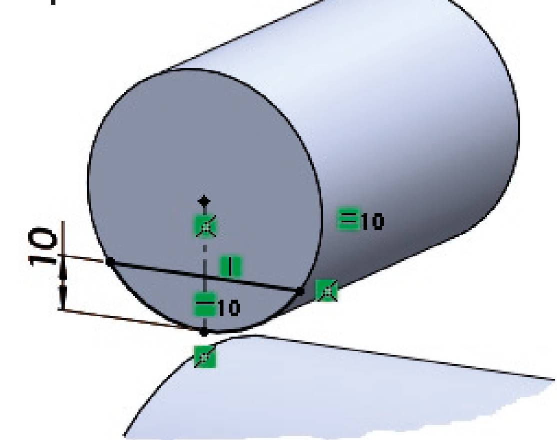
- Extruya a ambos lados del plano de trabajo, pero con longitudes diferentes



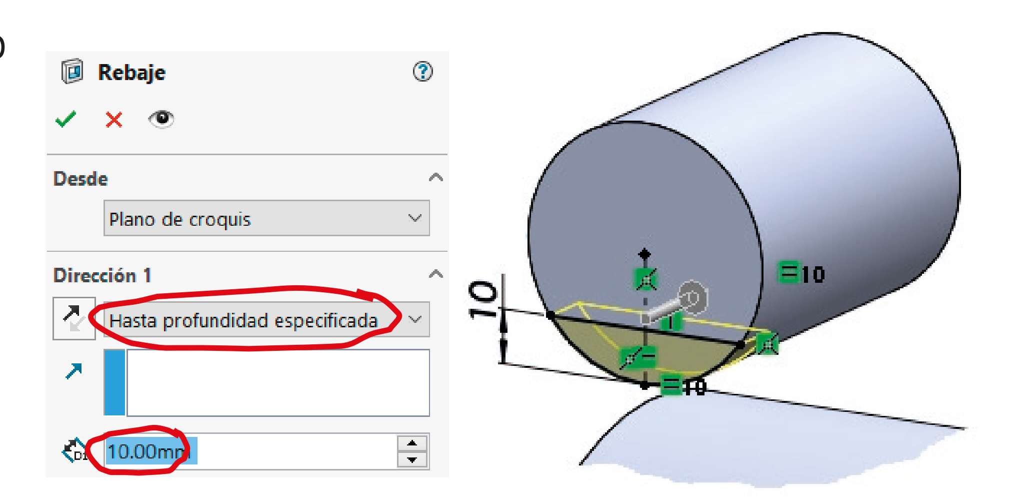


Obtenga el rebaje del cilindro superior:

- Seleccione la cara izquierda del cilindro superior como plano de trabajo (Datum 3)
- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias

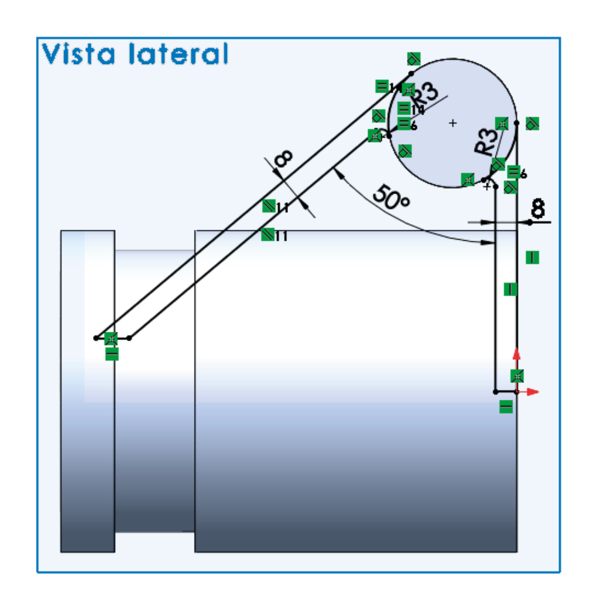


- Extruya a un lado del plano de trabajo

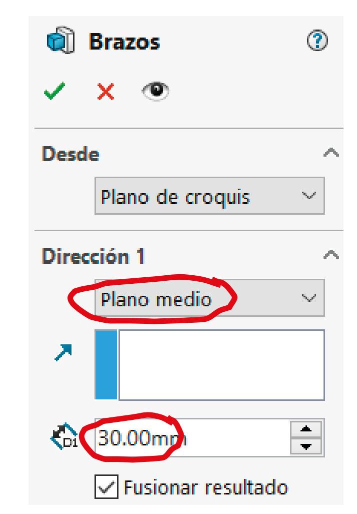


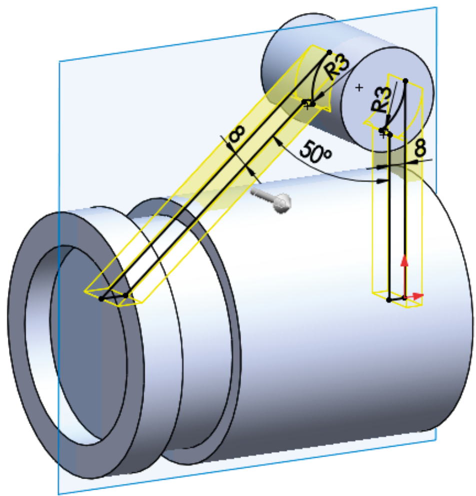
Obtenga los brazos:

- Seleccione la vista lateral como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias



- Extruya desde plano medio



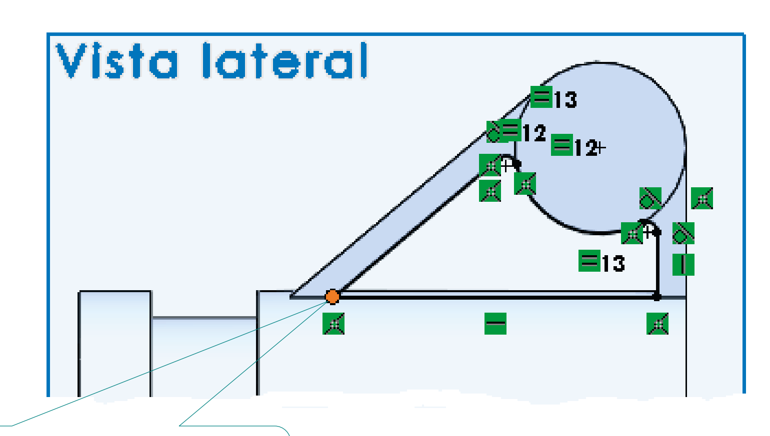


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

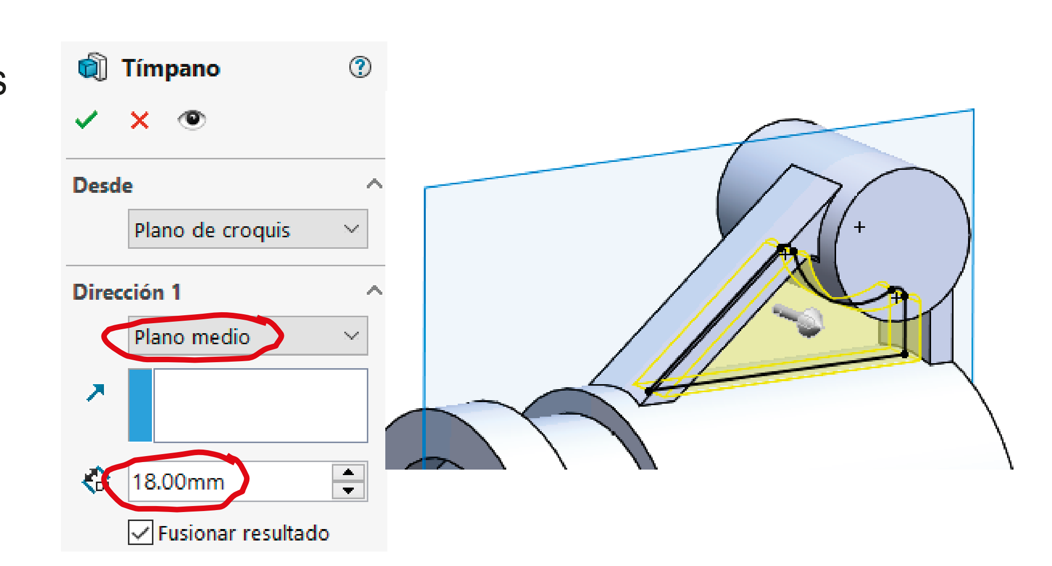
Obtenga el tímpano:

- Seleccione la vista lateral como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias



El croquis debe llegar hasta el final del brazo, para que al extruir el tímpano no se produzcan grietas

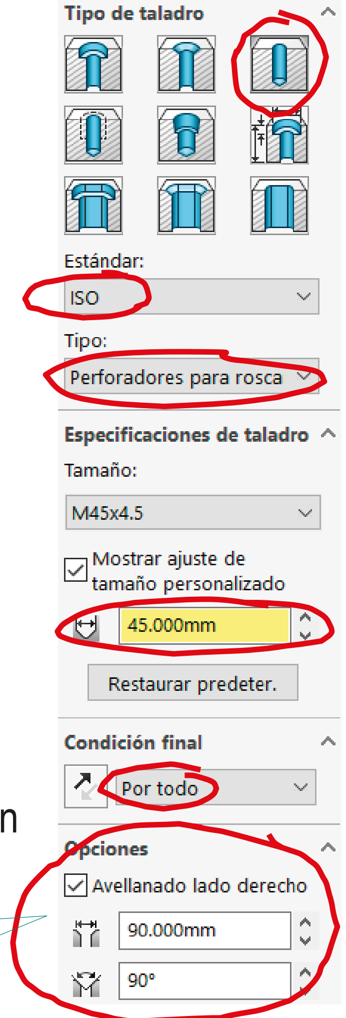
- Extruya a ambos lados del plano de trabajo

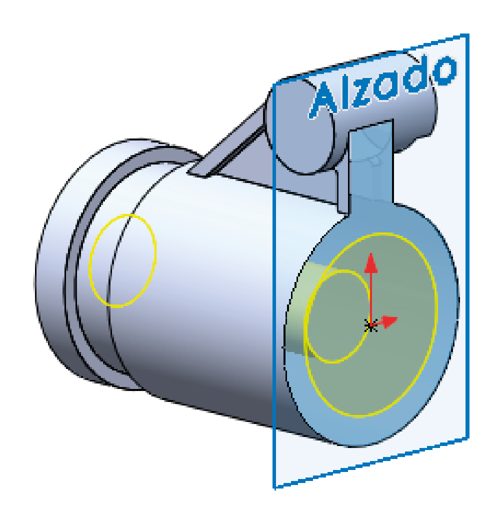


Obtenga el agujero avellanado del cuerpo principal:

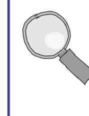
- Seleccione *Asistente para taladro*
- Configure los parámetros apropiados
- Seleccione el alzado (la cara circular derecha del cuerpo principal) (Datum 2)
- Coloque el taladro centrado en el origen

Añada el avellanado como opción

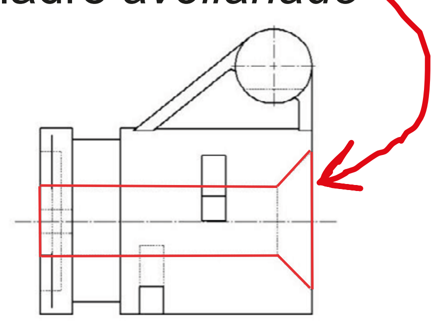




CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1



El agujero del cuerpo principal tiene la forma de taladro *avellanado*

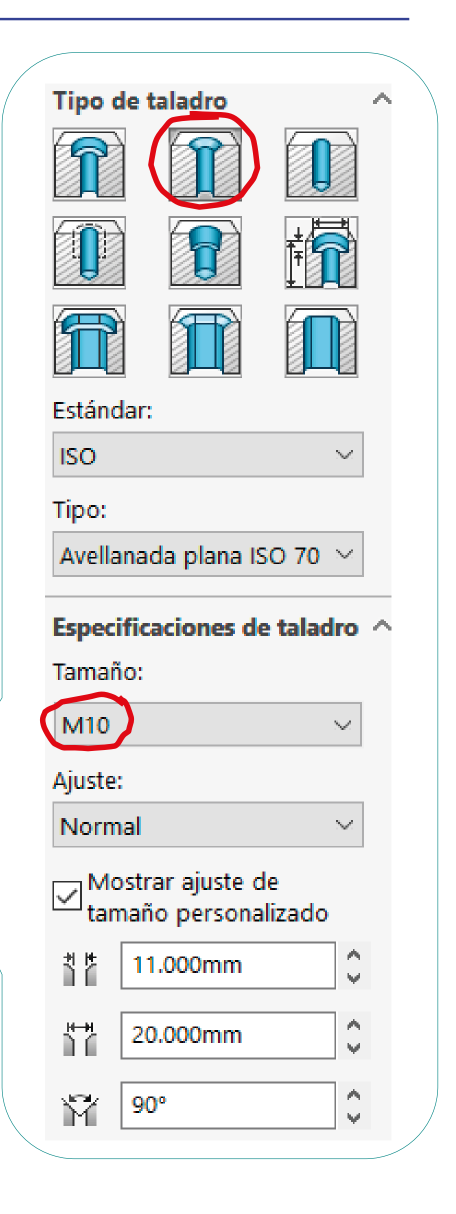


Sin embargo…

…no se puede crear con el tipo de taladro avellanado instalado

Porque las medidas disponibles no se ajustan a las medidas necesarias

Por eso se ha creado como taladro cilíndrico, y se ha añadido el avellanado como opción



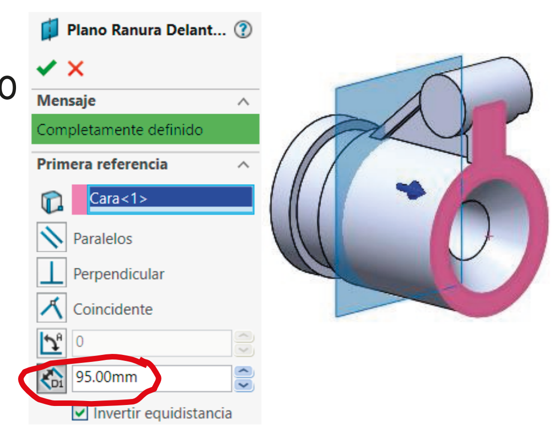
ISBN: 978-84-18432-81-1

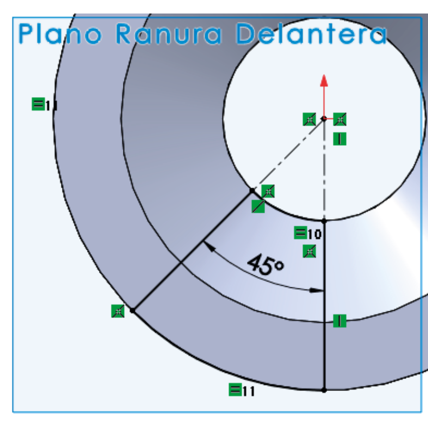
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

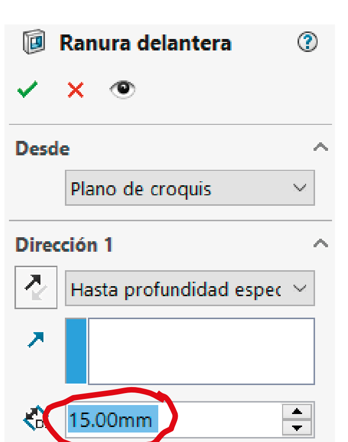
Obtenga la ranura delantera:

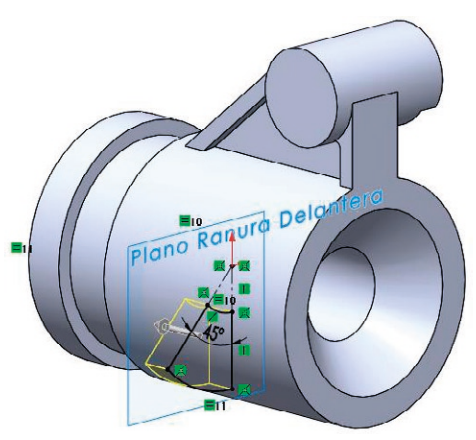
- Cree un plano paralelo al datum 2 (Datum 4)





- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias
- Extruya a un lado del plano de trabajo





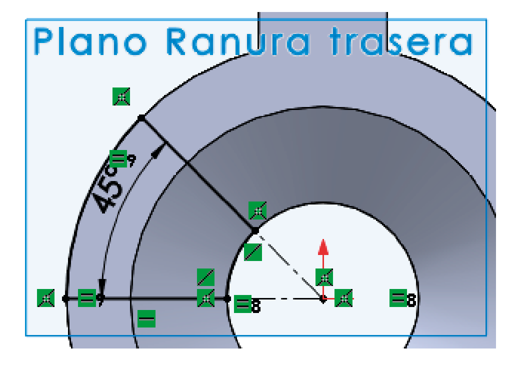
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga la ranura trasera:

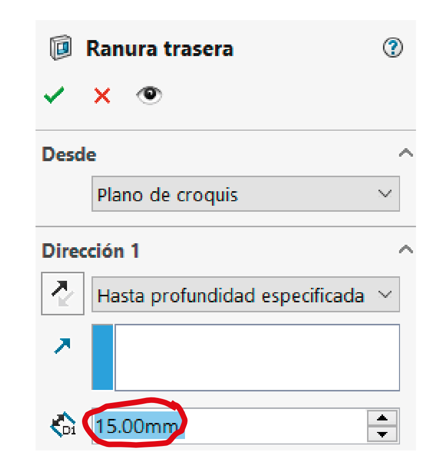
- Cree un plano paralelo al datum 2 (Datum 5)

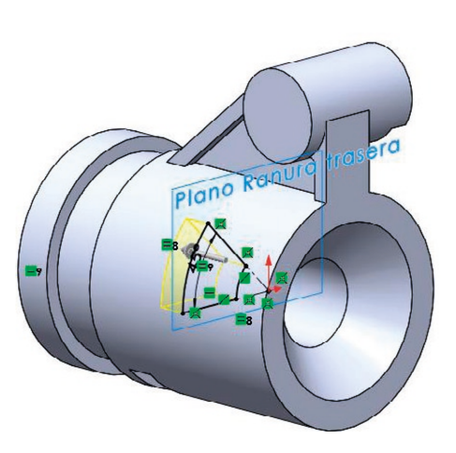




- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias

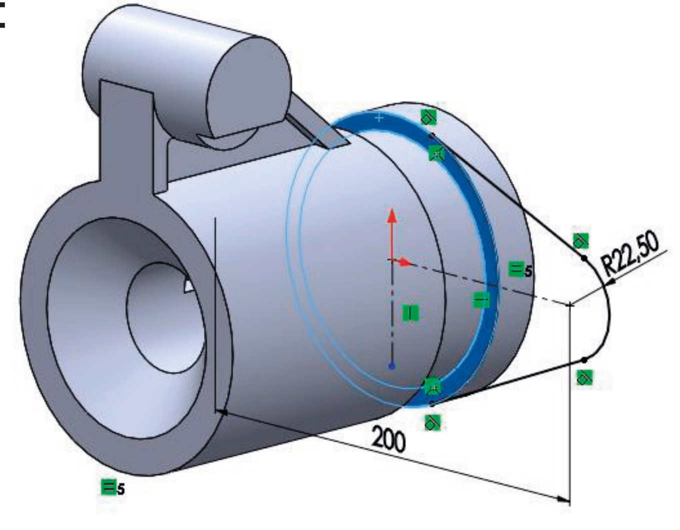
- Extruya a un lado del plano de trabajo



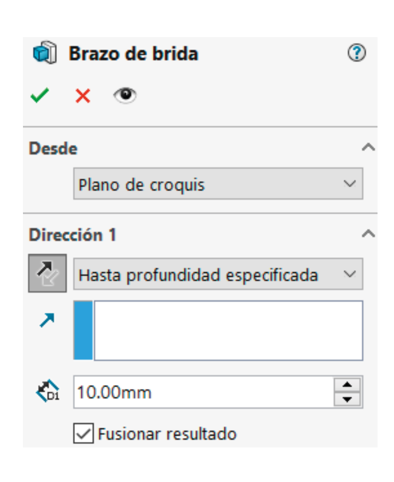


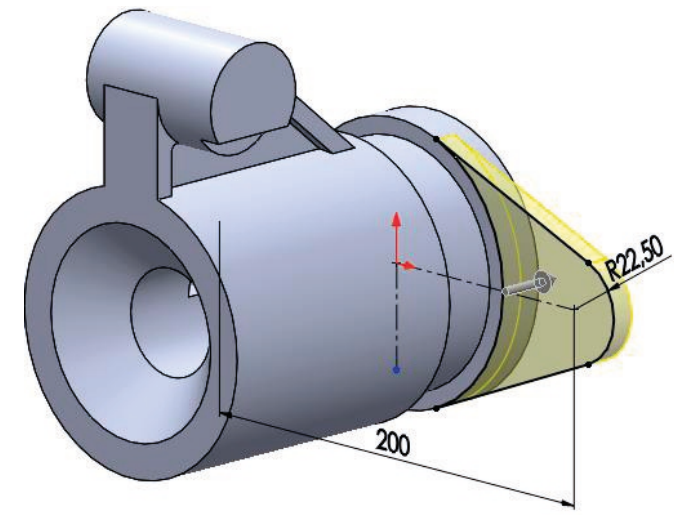
Obtenga la semi-brida izquierda:

- Cree la aleta
  - Seleccione la cara lateral de la ranura del cuerpo principal como plano de trabajo al vuelo (Datum 6)
  - Dibuje el perfil
  - Añada las restricciones necesarias



- Extruya hasta profundidad especificada



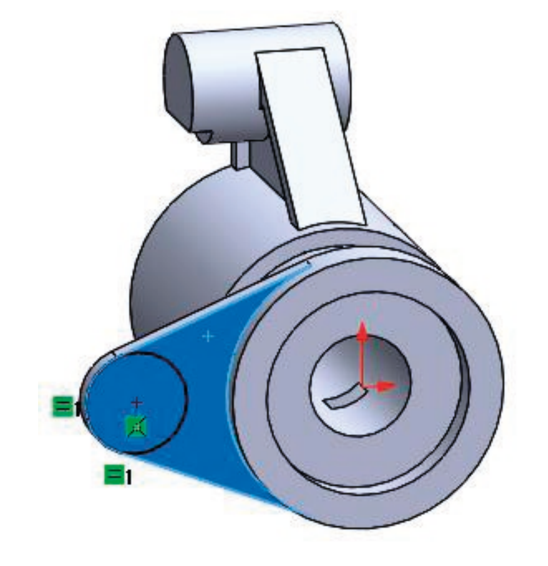


ISBN: 978-84-18432-81-1

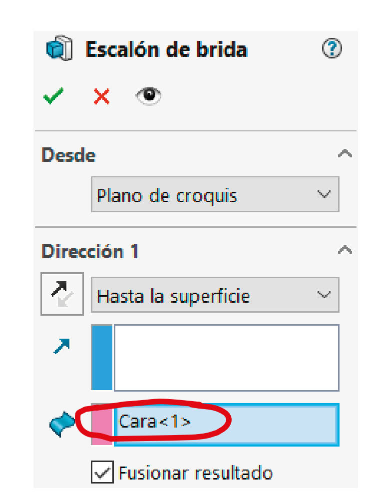
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

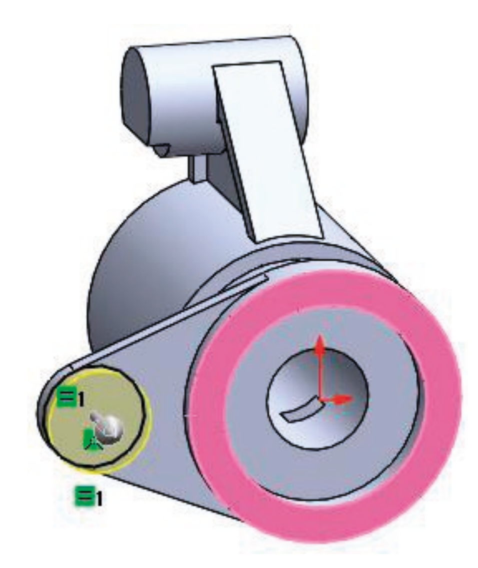
Ejecución

- Cree el escalón
  - Seleccione la cara delantera de la aleta de la semi-brida como plano de trabajo (Datum 7)
  - Dibuje el perfil
  - Añada las restricciones necesarias

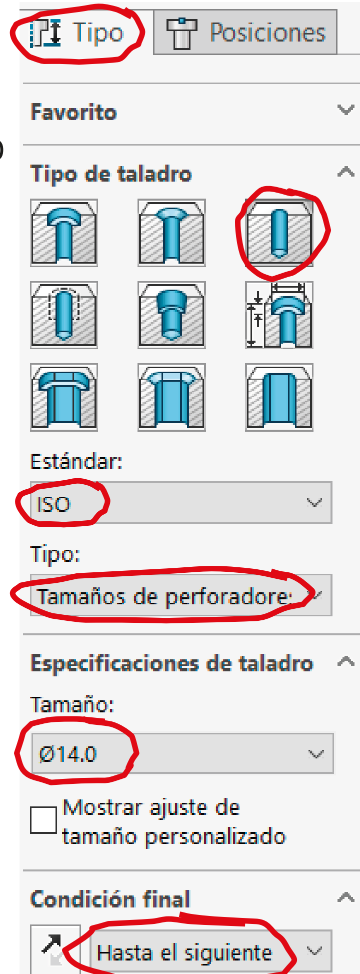


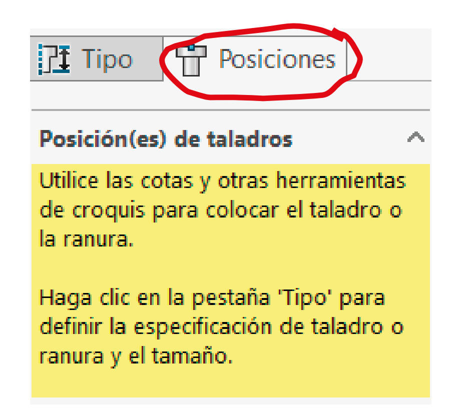
  - Extruya hasta la cara delantera del cilindro principal

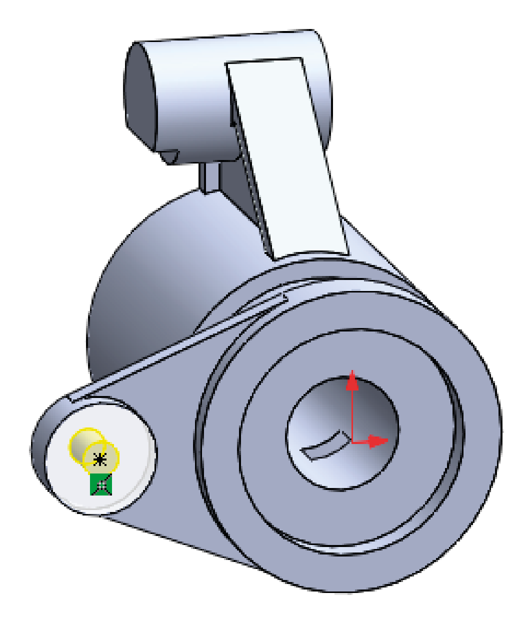




- Cree el taladro de la semi-brida
  - Seleccione el menú *Asistente para taladro*
  - Escoja el tipo de taladro y sus especificaciones
  - Seleccione la pestaña *Posiciones*
  - Seleccione la cara delantera del escalón de la semi-brida (Datum 7)
  - Sitúe el taladro, haciéndolo concéntrico al círculo del escalón



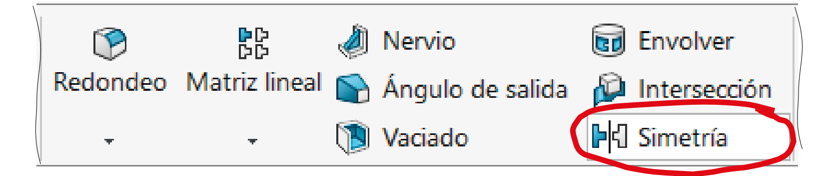


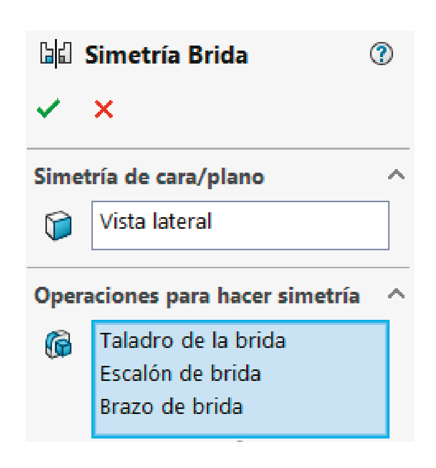


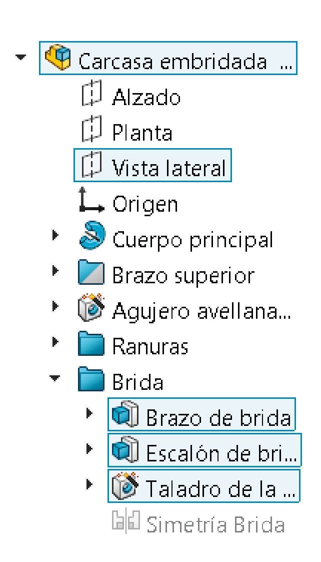
ISBN: 978-84-18432-81-1

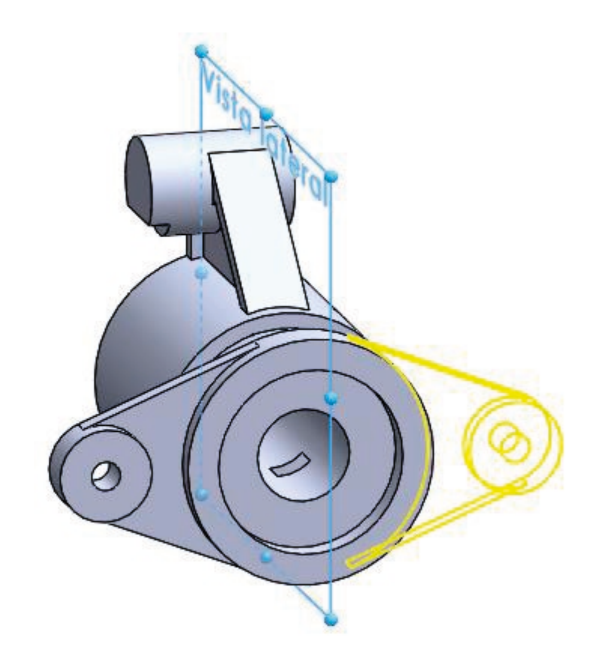
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga la otra semi-brida por simetría:









Enunciado

Estrategia

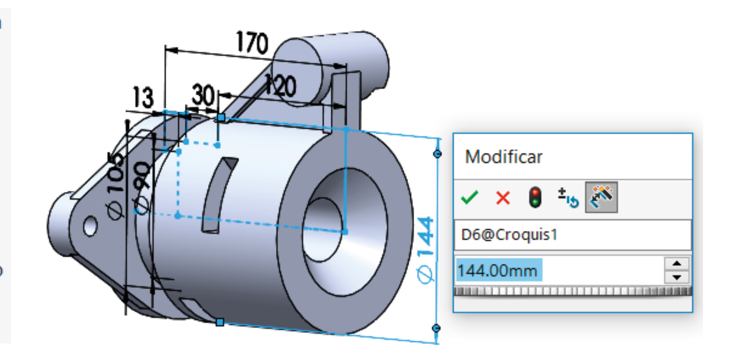
Ejecución

Conclusiones

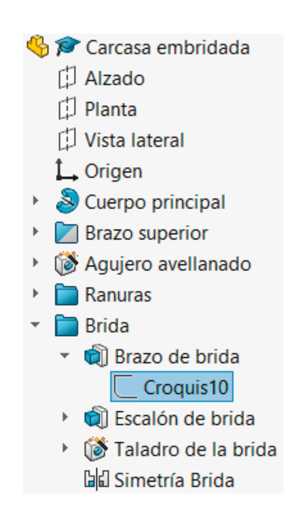
Compruebe que pueden realizarse los cambios de diseño

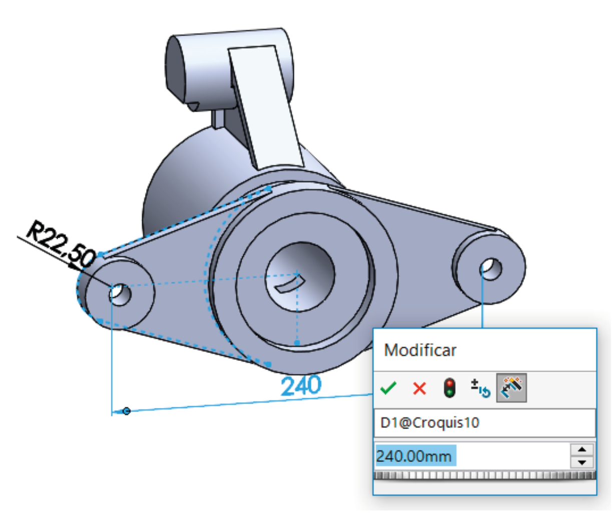
- Incremente un 20% el diámetro del cuerpo principal
  - Seleccione el croquis que contiene la cota
  - Edite la cota

Carcasa embridada
Alzado
Planta
Vista lateral
Origen
Cuerpo principal
Croquis1
Brazo superior
Agujero avellanado
Ranuras
Brida



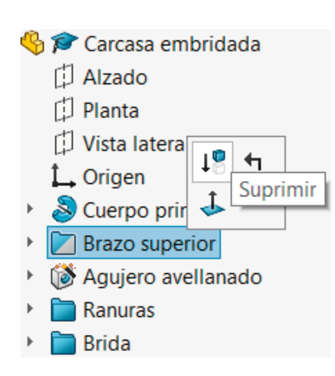
- Incremente un 20% la distancia entre centros de la brida
  - Seleccione el croquis que contiene la cota
  - Edite la cota

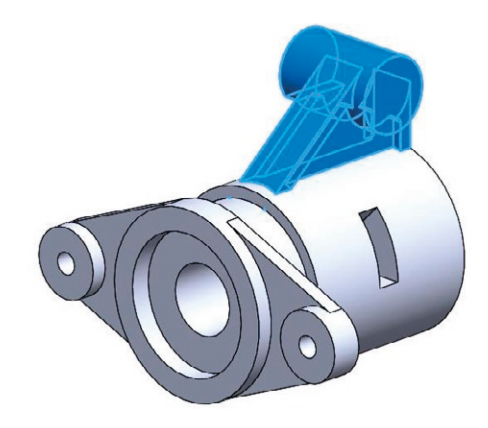




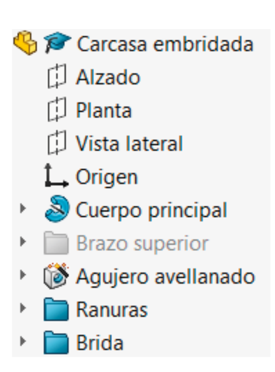
√ Suprima todas las operaciones de modelado del brazo superior

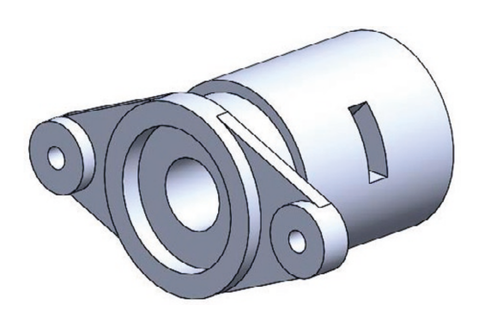
√ Seleccione las operaciones en el árbol del modelo





√ Pulse *Suprimir* en el menú contextual







Si ha generado dependencias innecesarias al modelar, las operaciones dependientes se suprimirán también al suprimir el brazo

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusions

Enunciado
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

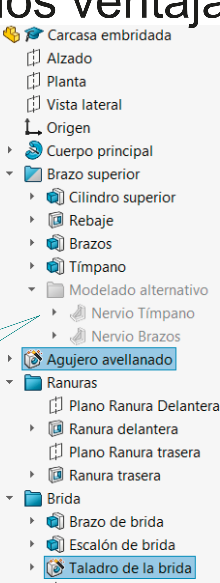
1 Hay que analizar los objetos antes de modelarlos

El análisis permite:

- √ Detectar elementos característicos
- √ Descomponer la pieza en partes modelables
- √ Resolver las interacciones entre las partes

2 Los elementos característicos aportan dos ventajas:

- √ Simplifican el proceso de modelado
- √ Dejan constancia de la intención de diseño en el árbol del modelo



Pero los elementos característicos son difíciles de usar fuera de las situaciones para las que están previstos

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

3 Hay que seleccionar los datums apropiados

- √ El datum 1 sirve para modelar el cuerpo principal, el agujero del cuerpo principal, el cilindro superior, los brazos y el tímpano
- √ El datum 2 sirve para colocar el agujero refrentado y los datums 6 y 7
- √ El datum 3 permite crear el rebaje del cilindro del brazo superior
- √ El datum 4 sirve para modelar la ranura delantera
- √ El datum 5 permite crear la ranura trasera
- √ El datum 6 permite colocar las bridas
- √ El datum 7 sirve para completar la brida

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejercicio 1.6.4. Bancada de comando de electrodoméstico

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Las fotografías muestran una bancada de plástico que aloja el motor y ciertos mecanismos de accionamiento de un pequeño electrodoméstico



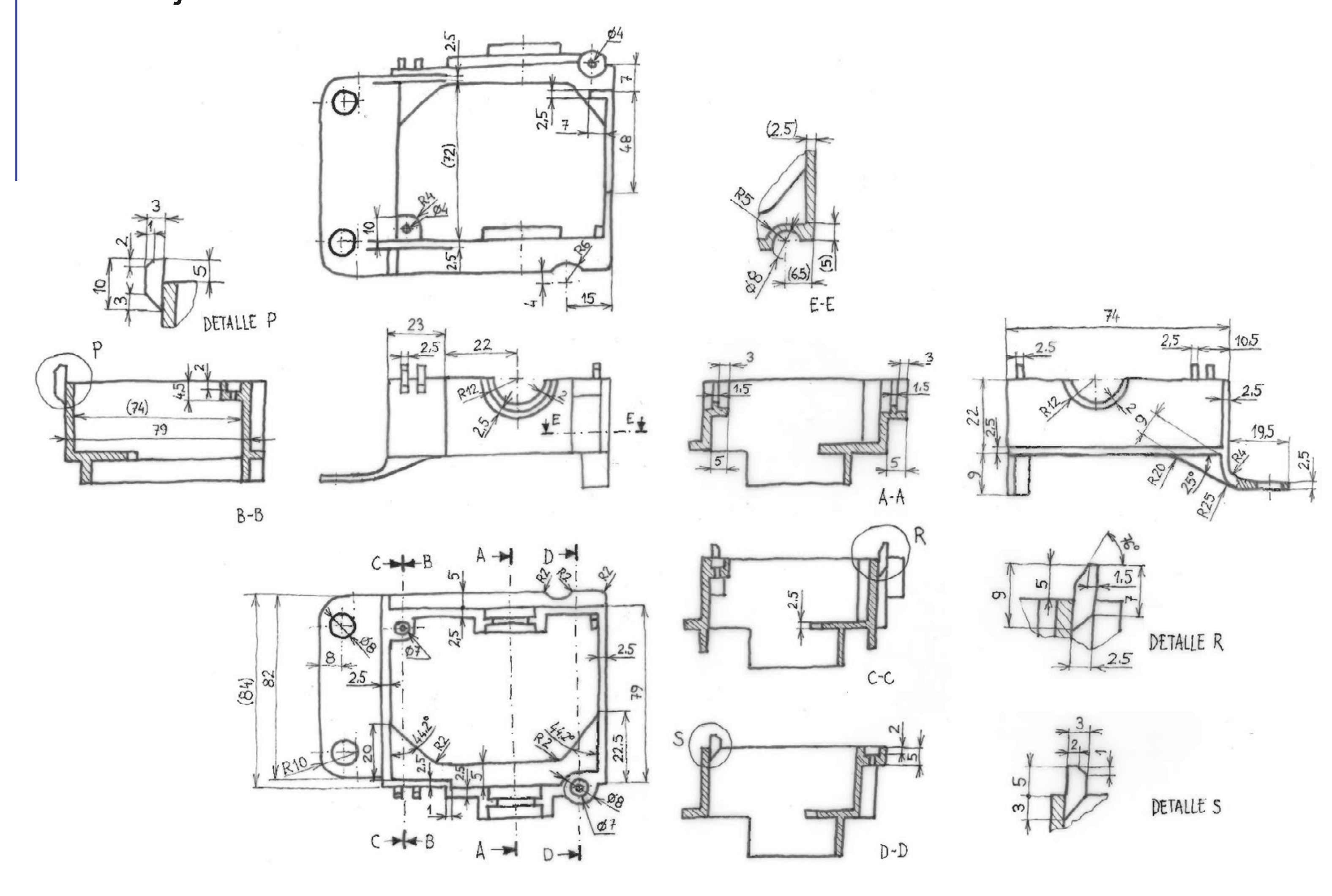


En la parte superior se observan los asientos para los tornillos y tres pequeñas pestañas para sujetar la tapa de la bancada

La forma y dimensiones exactas se muestran en el dibujo de diseño

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

El dibujo de diseño es:



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea

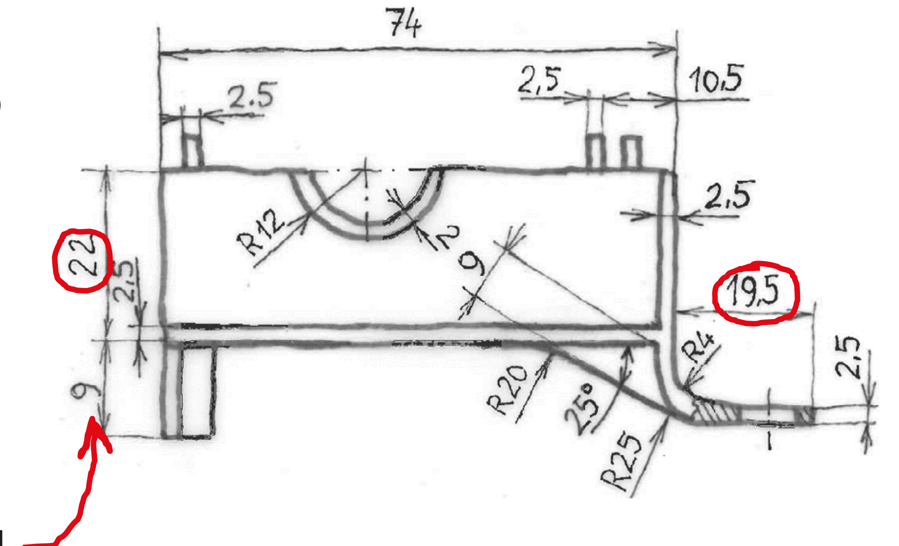
Obtenga el modelo sólido de la bancada, utilizando para ello los elementos característicos que considere apropiados

Compruebe también que se pueden realizar los siguientes cambios de diseño en el modelo final:

1. Duplique la altura del marco (desde 22 hasta 44 mm)

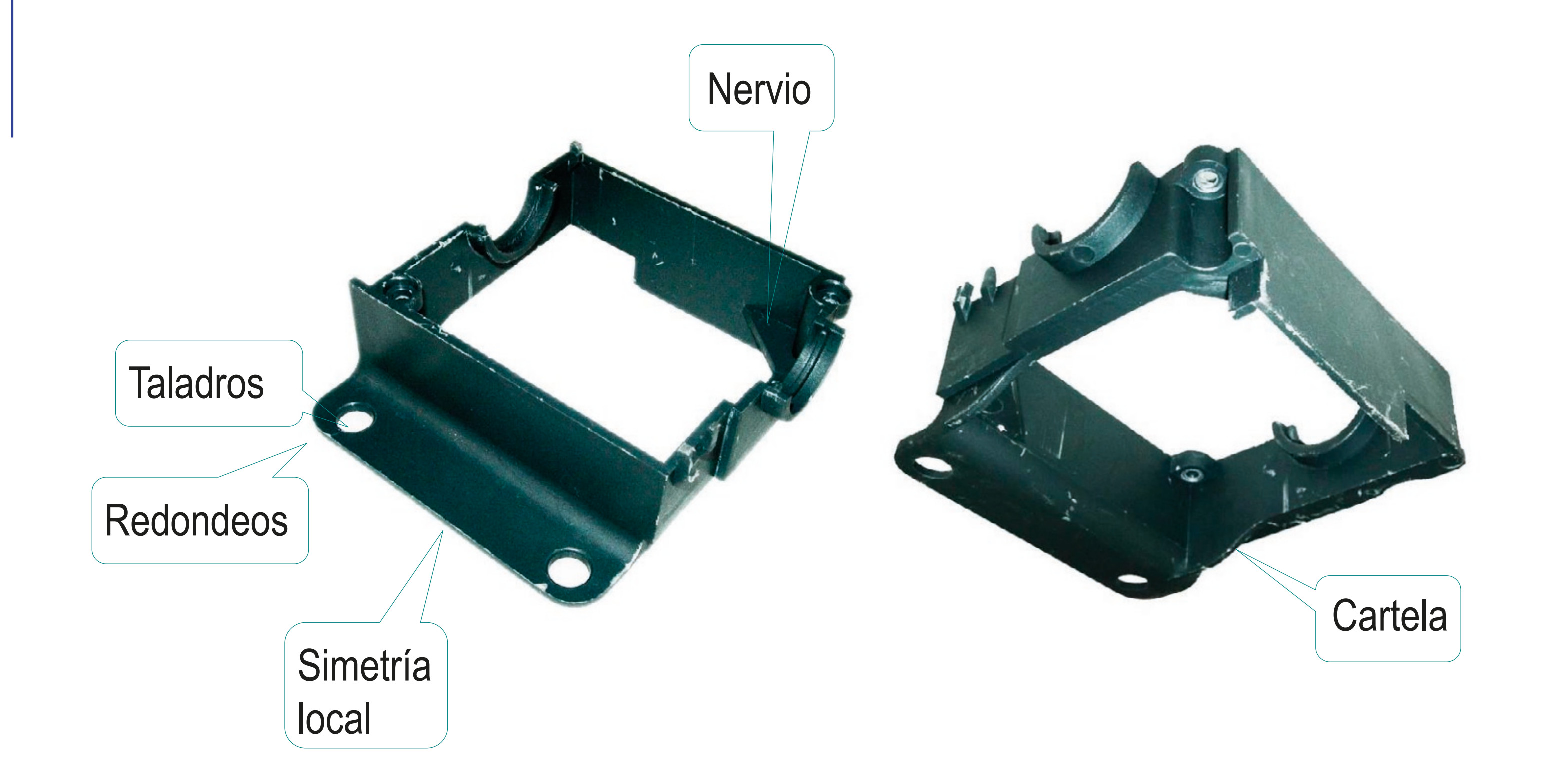
2. Alargue la pestaña curva desde 19,5 a 30 mm

3. Suprima la pestaña angular inferior de 9 mm de longitud



Estrategia

Analice la pieza, buscando posibles elementos característicos:



ISBN: 978-84-18432-81-1

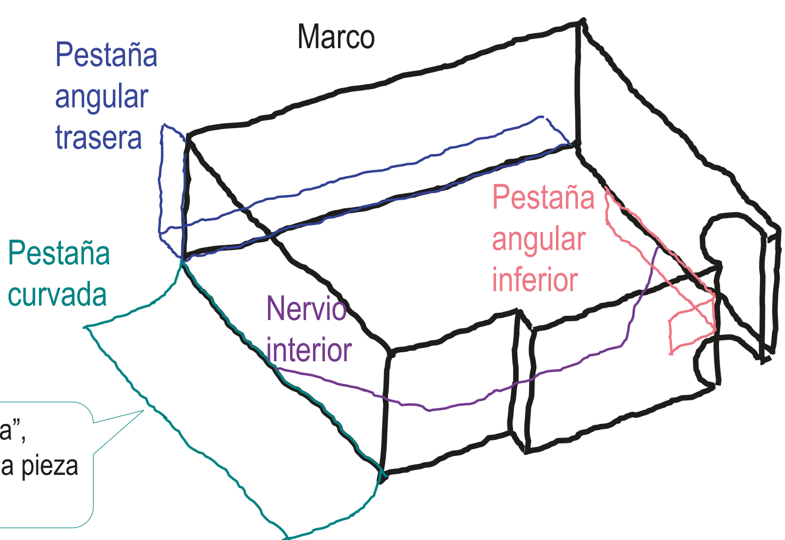
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Analice de nuevo la pieza para buscar su forma nuclear, es decir, la forma primitiva que tiene la pieza antes de añadirle todas las características que la complementan:

- √ Busque simetrías locales y agrupe los elementos simétricos
- √ Aísle aquellas partes que identifique como elementos característicos
- √ Elimine, imaginariamente, todos los detalles pequeños para "ver" la forma nuclear
- √ Aísle sucesivamente las partes identificadas como modelables por separado

Como resultado, se llega a percibir una forma de "marco" con "aletas" o "pestañas", como la mostrada en la figura



Puesto que la pieza es de tipo "cáscara", ignorar el espesor ayuda a simplificar la pieza para percibirla con más claridad

ISBN: 978-84-18432-81-1

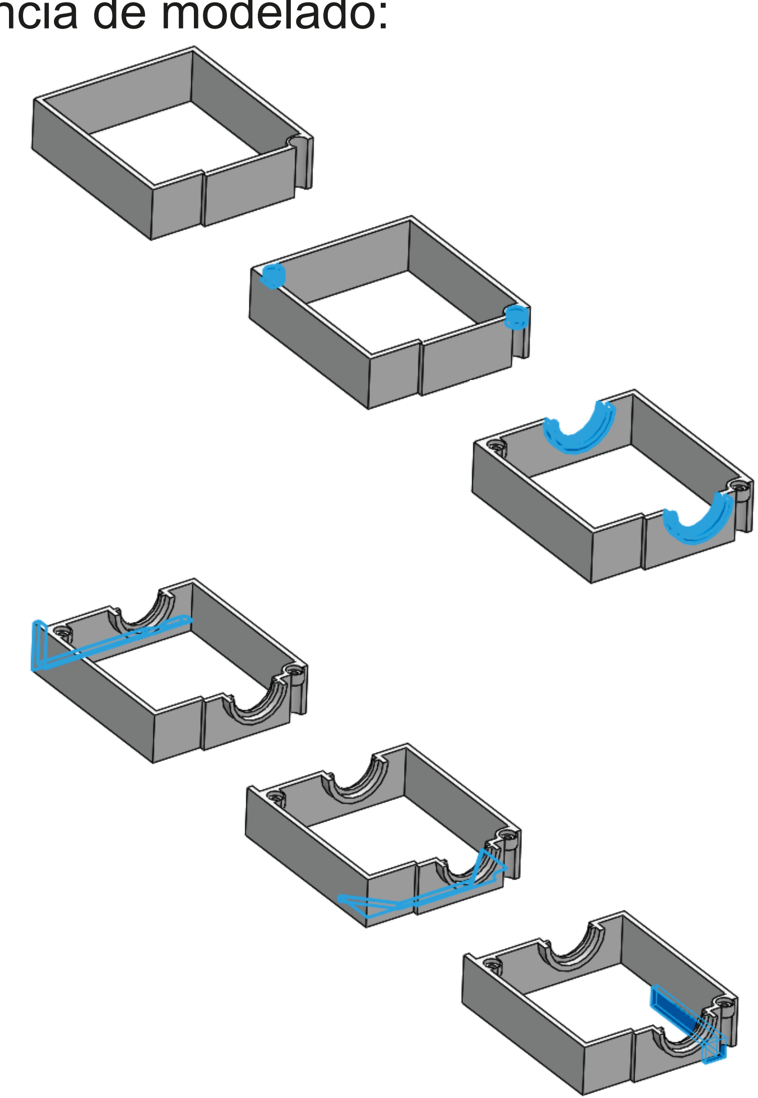
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

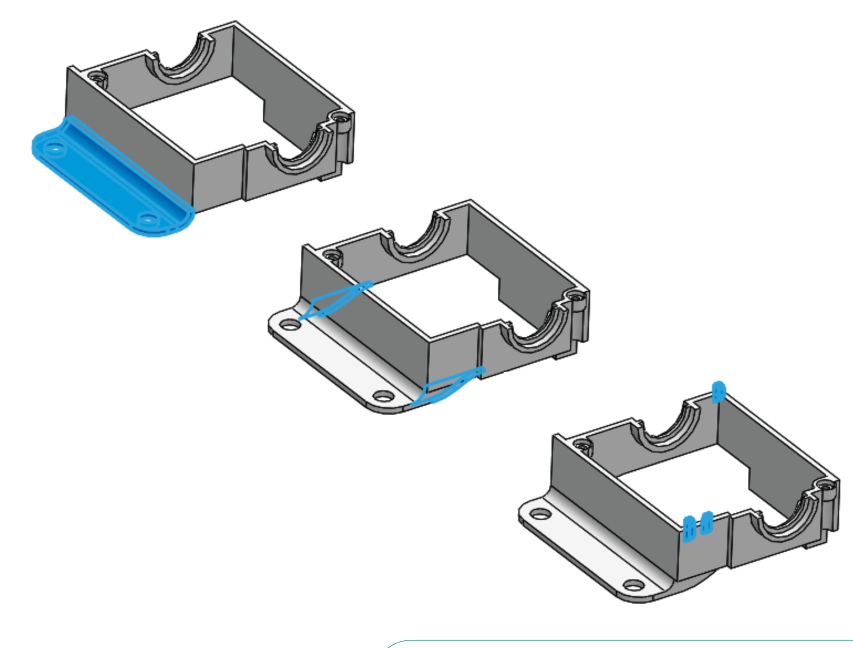
Determine la secuencia de modelado:

1. Extruya el marco
2. Añada las bases de tornillos de la tapa
3. Añada los alojamientos del motor
4. Añada la pestaña angular trasera
5. Añada el nervio interior
6. Añada la pestaña angular inferior



Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones



7 Añada la pestaña curva

8 Añada las cartelas de la pestaña curva

9 Añada las pequeñas pestañas para sujetar la tapa

Note que la secuencia propuesta no es la única posible…



Para evitar que se creen dependencias innecesarias entre pasos, suprima temporalmente las operaciones de cada paso antes de proceder a crear los siguientes

…aunque hay algunas limitaciones

√ El paso 1 debe ser, obviamente el primero

√ El paso 7 debe ir después del paso 4, porque la pestaña curva se apoya en la pestaña angular trasera

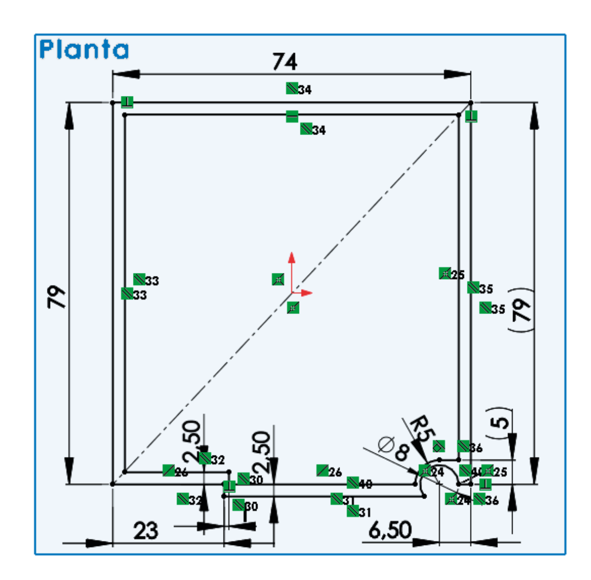
√ El paso 8 debe ir después de los pasos 5 y 7, porque las cartelas se apoyan en el nervio interior y la pestaña curva

ISBN: 978-84-18432-81-1

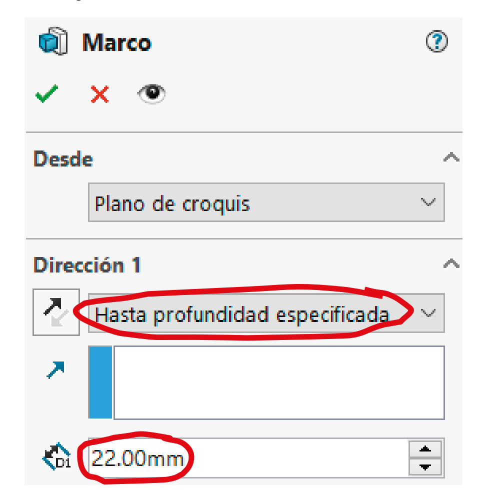
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

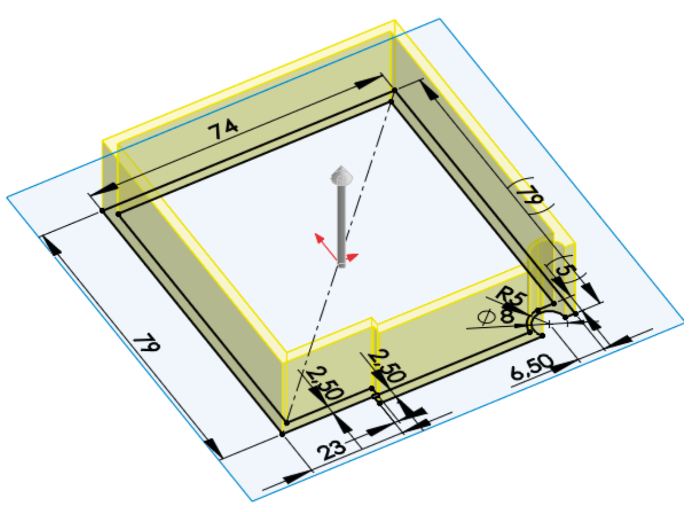
Obtenga el marco:

- Seleccione la planta como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje el perfil
- Añada las restricciones necesarias



- Extruya hasta la altura del marco



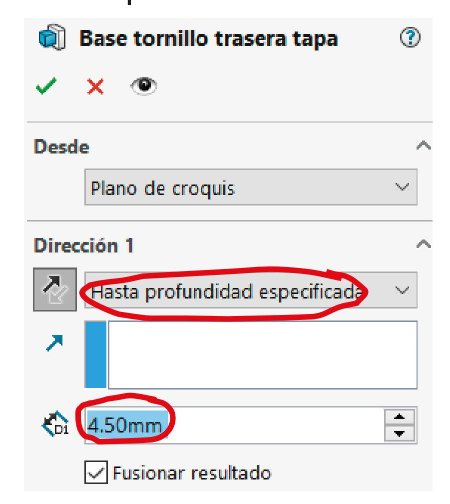


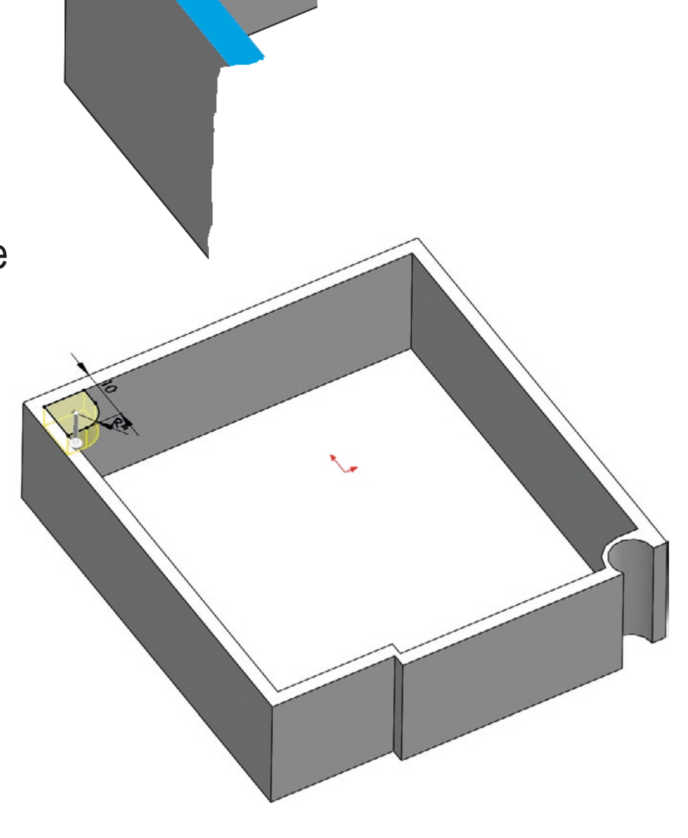
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga la base de tornillo trasera para la tapa:

- Seleccione la cara superior del marco como plano de trabajo (Datum 2)
- Dibuje el perfil de la base
- Extruya hasta la profundidad de la base





ISBN: 978-84-18432-81-1

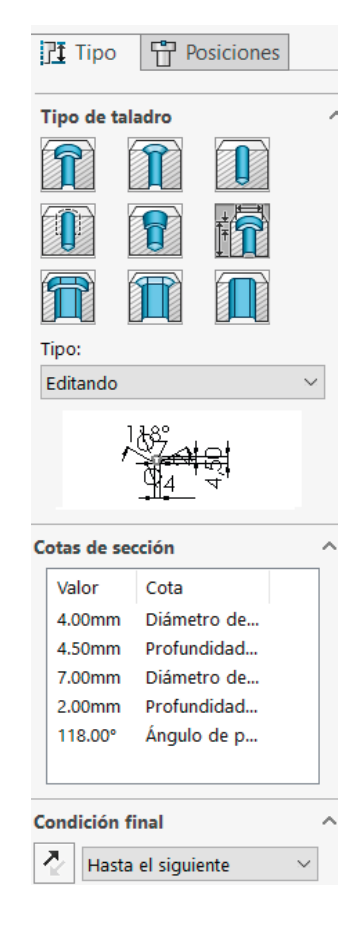
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

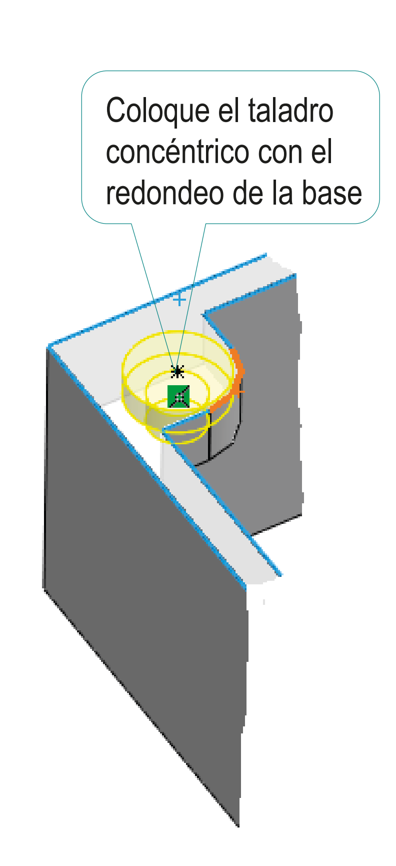
Añada el taladro refrentado a la base de tornillo trasera:

√ Seleccione un taladro de legado

Para poder dimensionar el refrentado sin vincularlo a ningún tipo de tornillo

√ Coloque el taladro en su posición

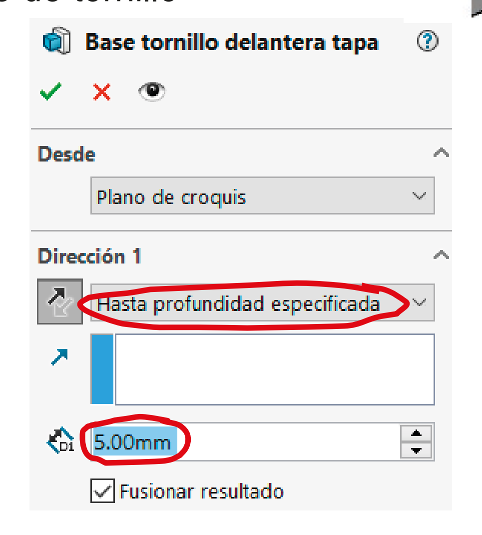


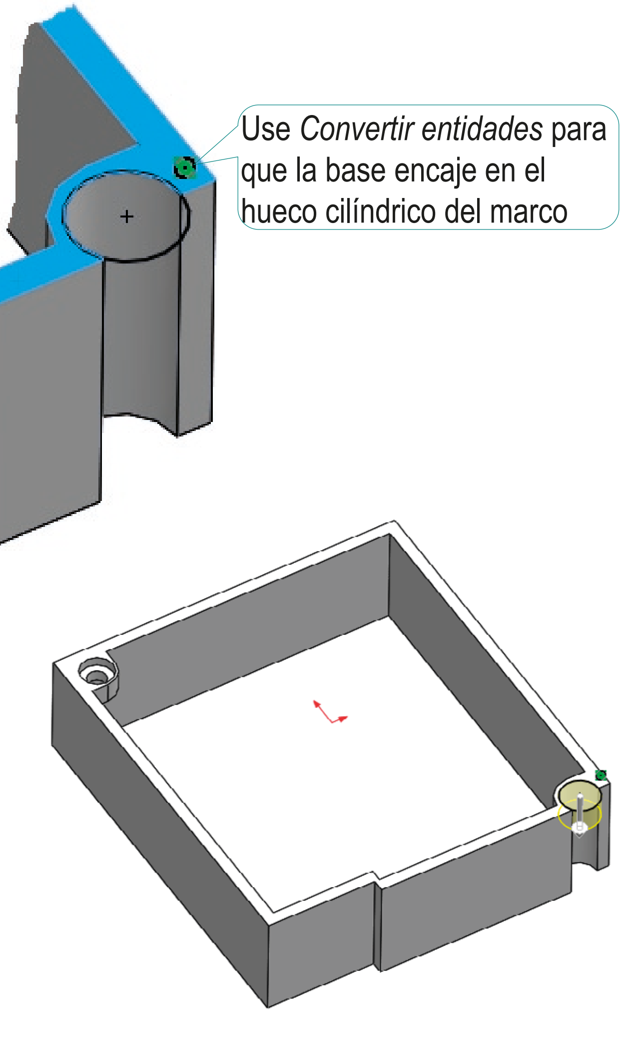


Coloque el taladro concéntrico con el redondeo de la base

Obtenga la base de tornillo delantera para la tapa:

- √ Seleccione la cara superior del marco como plano de trabajo (Datum 2)
- √ Dibuje el perfil de la base
- √ Extruya hasta la profundidad de la base de tornillo



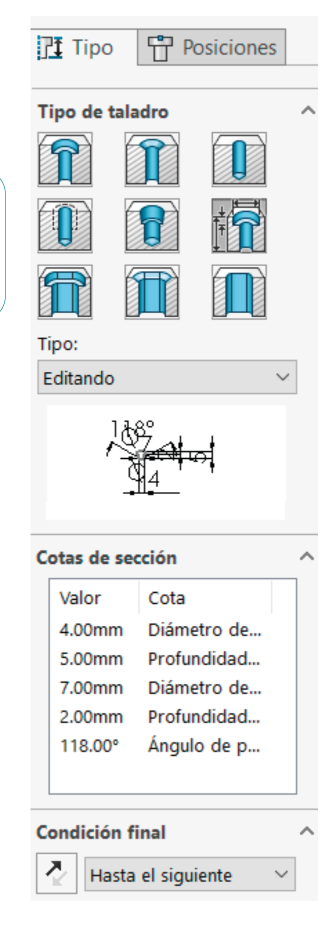


Obtenga el taladro de la base de tornillo delantera:

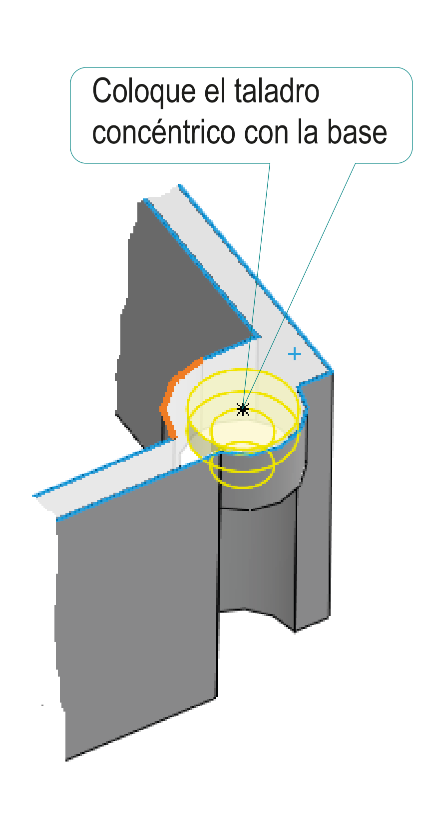
- Seleccione un taladro de legado

Para poder dimensionar el refrentado sin vincularlo a ningún tipo de tornillo

- Coloque el taladro en su posición



Coloque el taladro concéntrico con la base

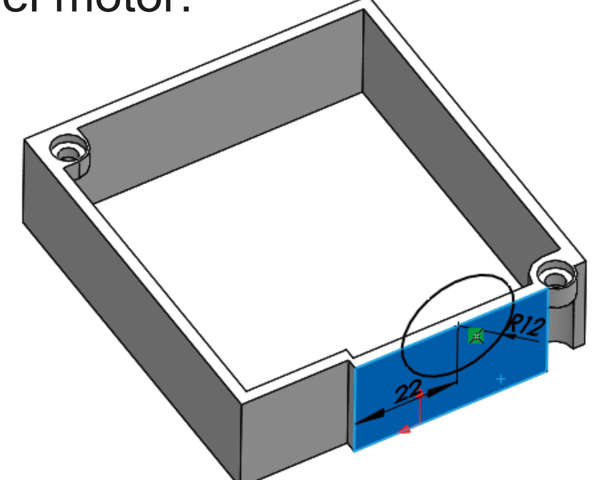


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

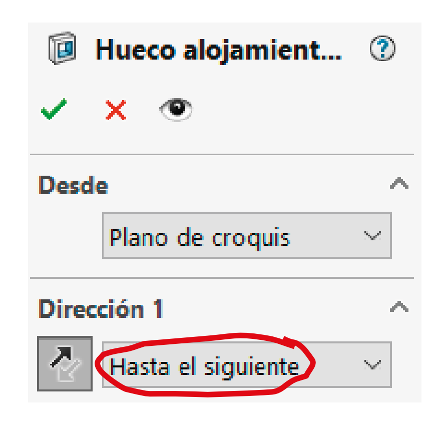
Obtenga el alojamiento delantero del motor:

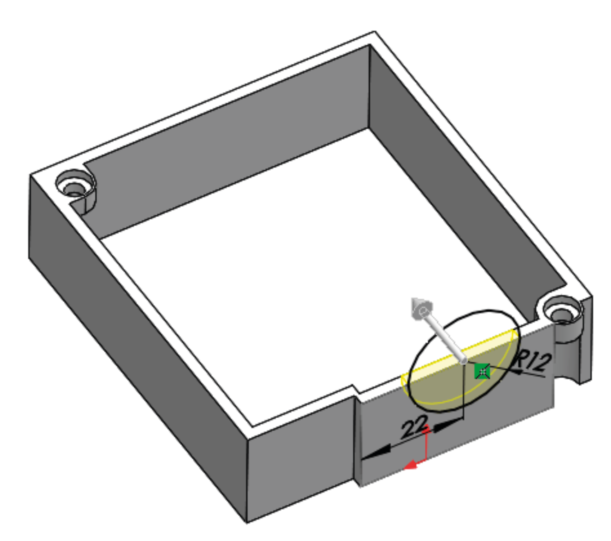
√ Seleccione la cara frontal derecha del marco como plano de trabajo (Datum 3)



√ Dibuje el perfil de la ranura

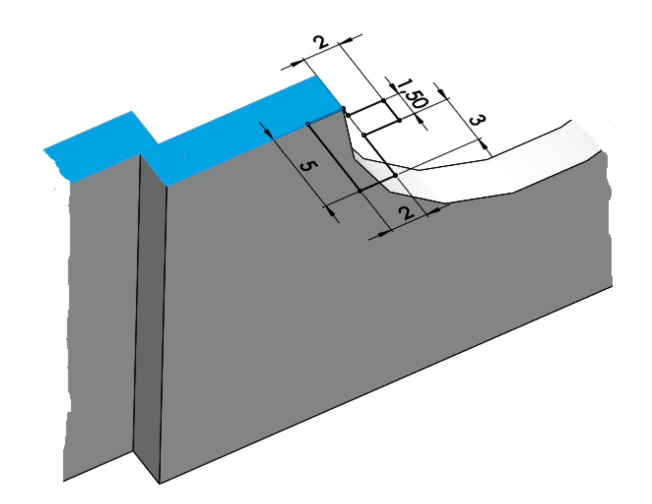
√ Haga un corte extruido hasta el siguiente





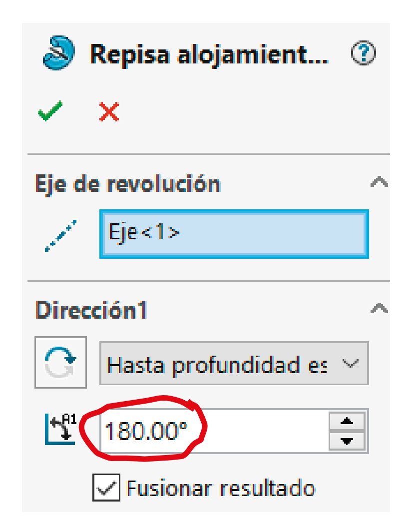
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

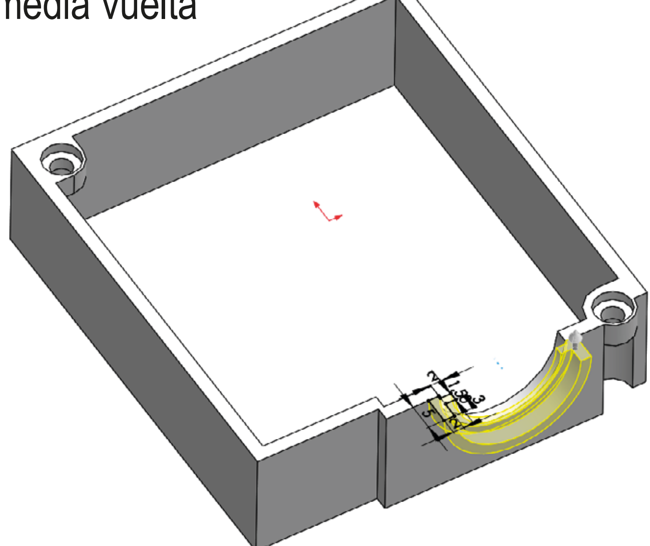
- Seleccione la cara superior del marco como plano de trabajo (Datum 2)



- Dibuje el perfil de la repisa del alojamiento

- Haga un barrido de revolución de media vuelta

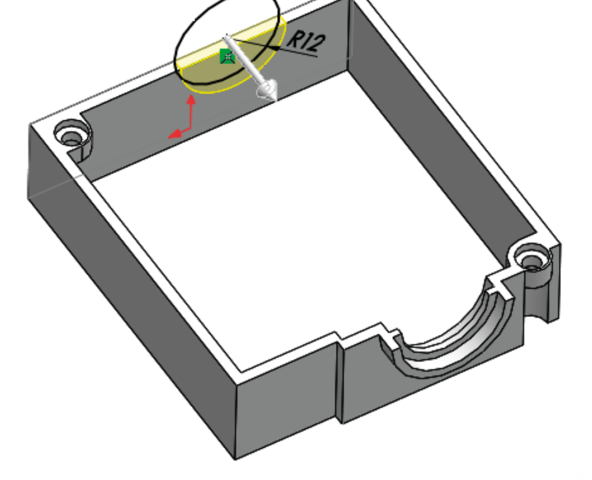




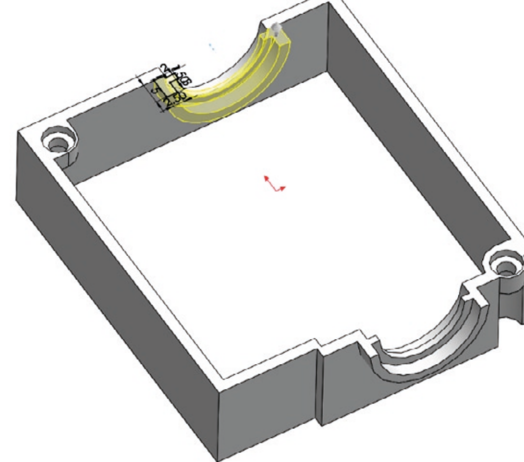
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga el alojamiento trasero motor, aplicando el mismo procedimiento a la cara trasera del marco (Datum 4):



- Haga un corte extruido hasta el siguiente para vaciar la ranura

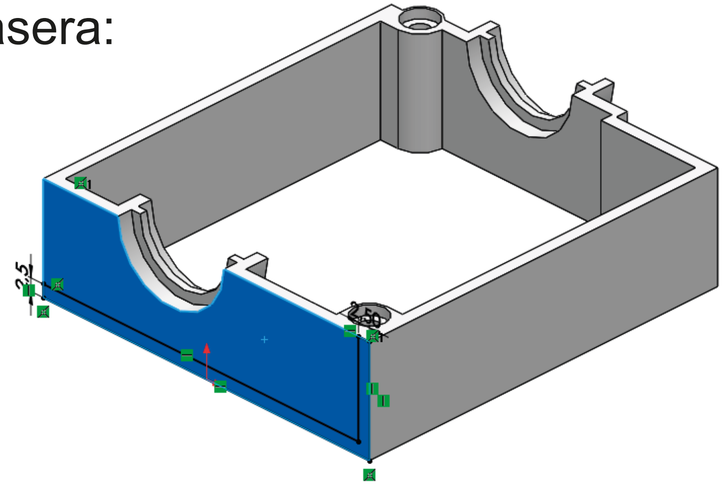


- Haga un barrido de revolución de media vuelta para añadir la repisa

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

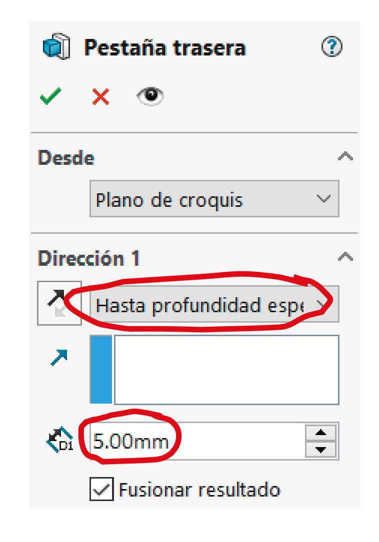
Obtenga la pestaña angular trasera:

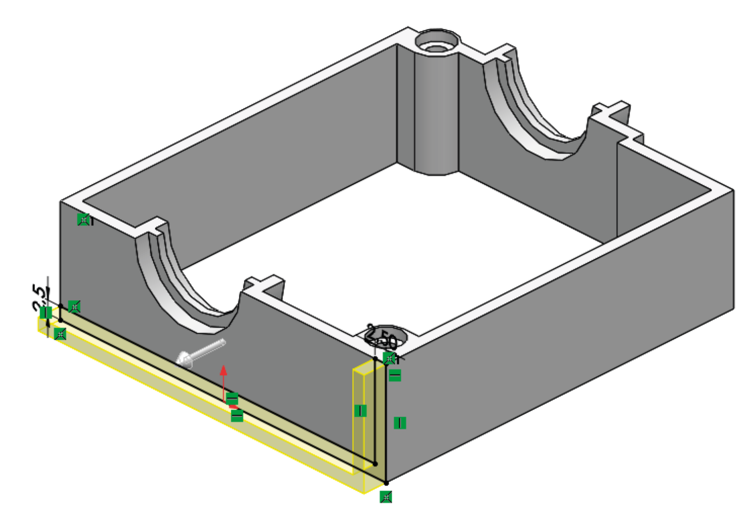
- Seleccione la cara trasera del marco como plano de trabajo (Datum 4)



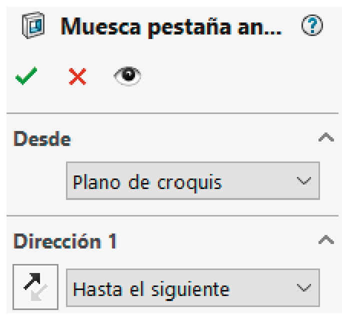
- Dibuje el perfil

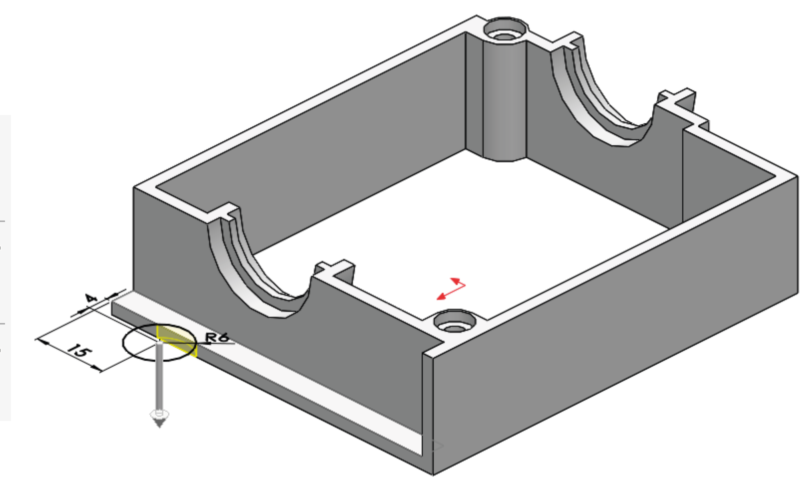
- Extruya hasta la anchura de la pestaña





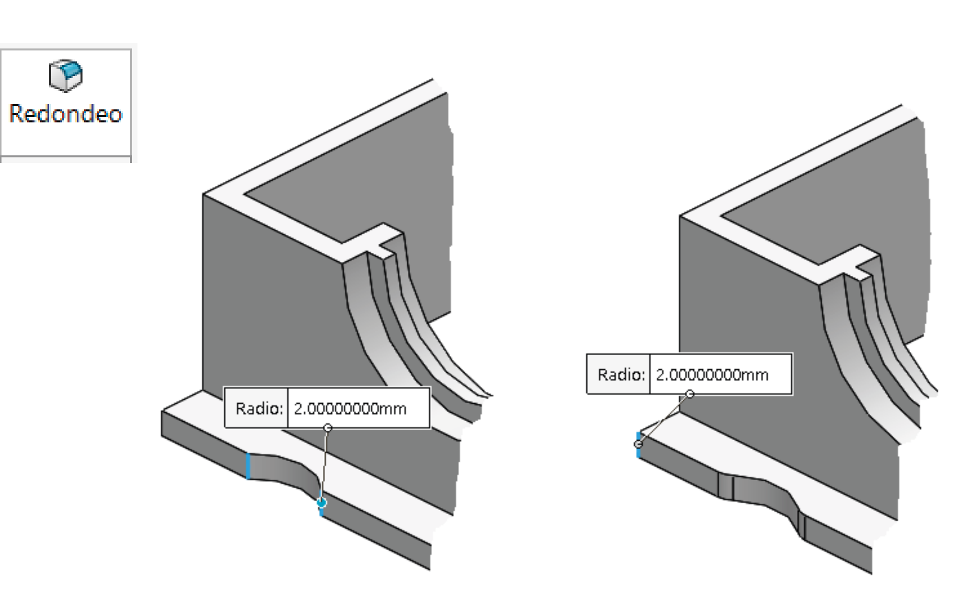
√ Añada la muesca de la pestaña en la cara superior de la misma (Datum 5)





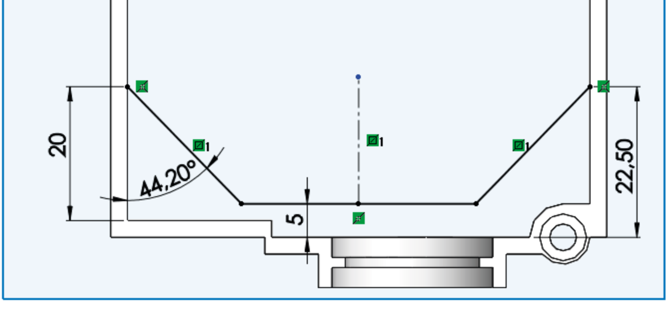
√ Añada los redondeos

Redondeo



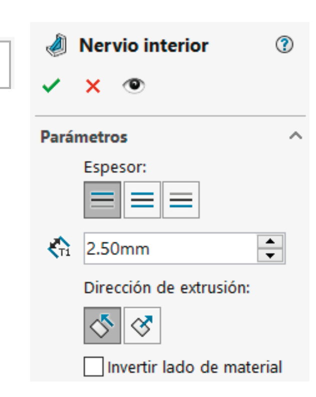
Obtenga el nervio interior:

- √ Seleccione la base (cara inferior del marco) como plano de trabajo (Datum 1)

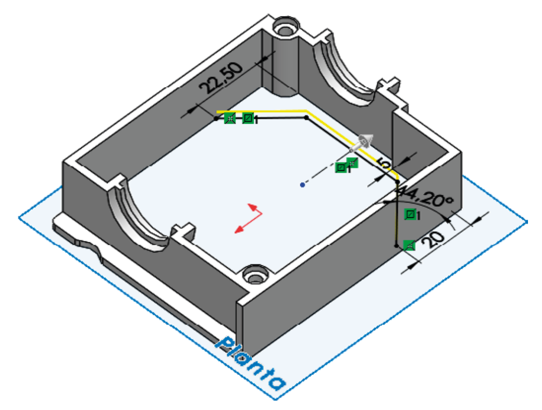


- √ Dibuje el contorno del nervio

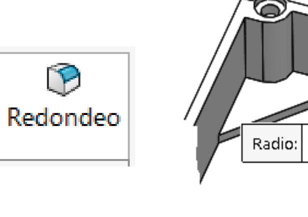
- √ Seleccione el comando *Nervio*

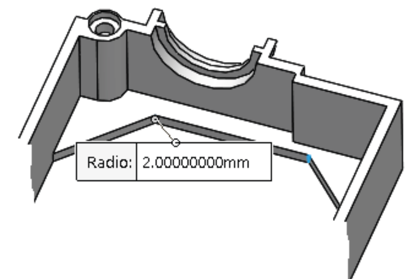


- √ Introduzca los datos de espesor y dirección de extrusión del nervio



- √ Añada los redondeos





ISBN: 978-84-18432-81-1

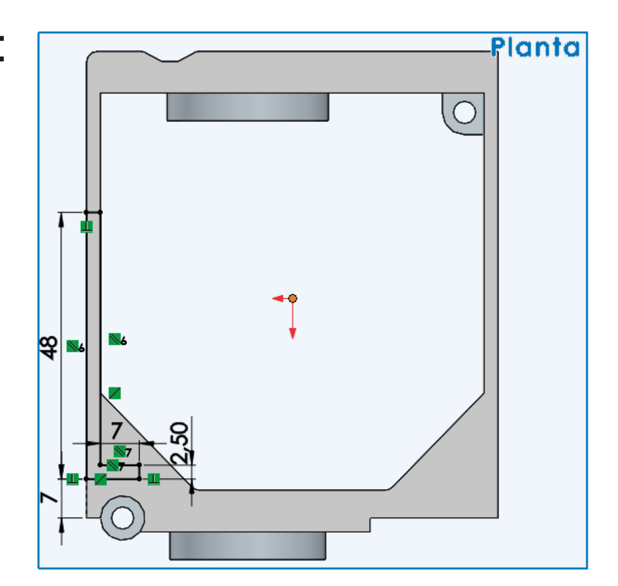
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

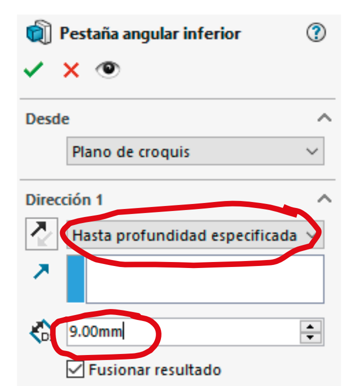
Obtenga la pestaña angular inferior:

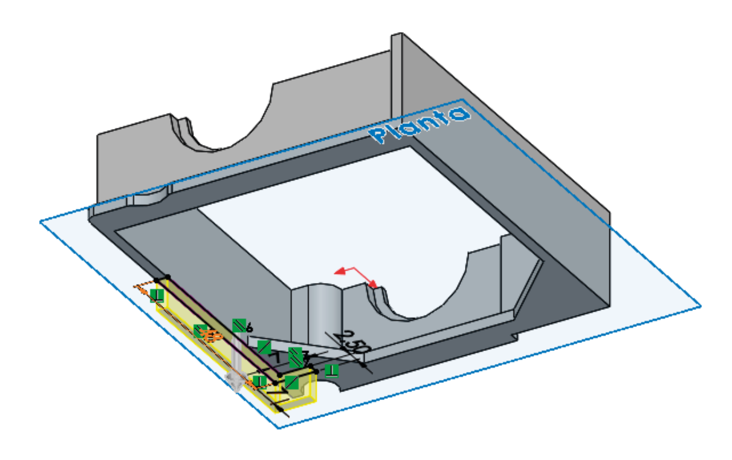
- Seleccione el lado inferior de la planta (cara inferior del marco) como plano de trabajo (Datum 1)

- Dibuje el perfil



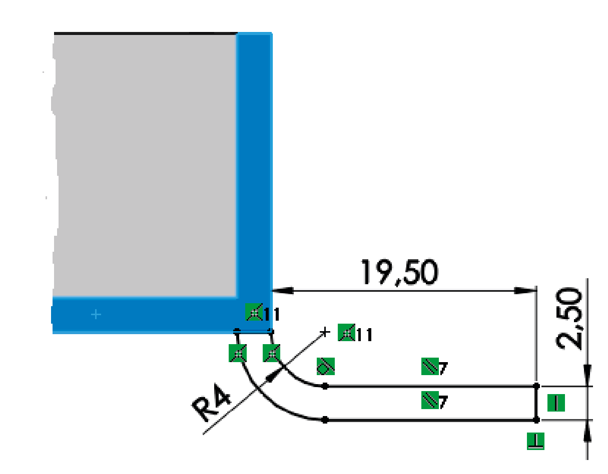
- Extruya (hacia abajo) hasta la longitud de la pestaña





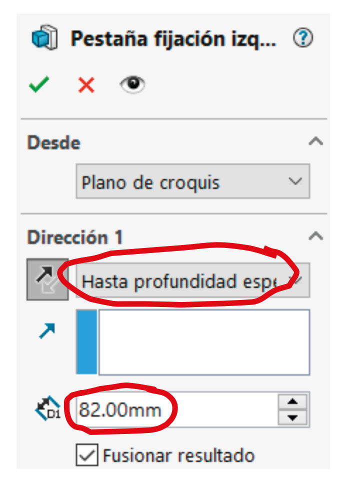
Obtenga la pestaña curvada:

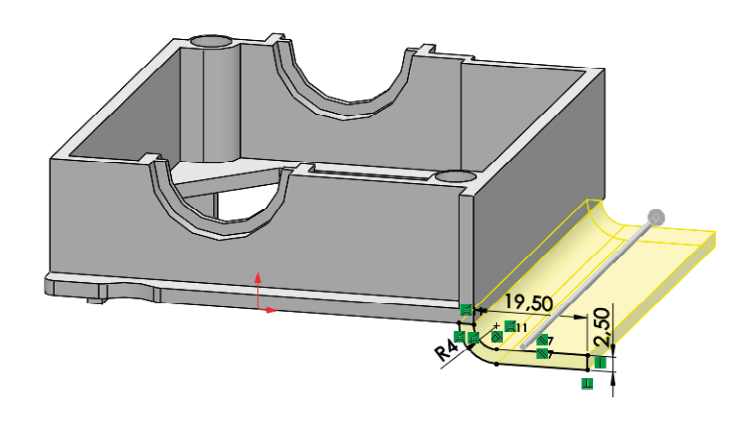
- Seleccione la cara lateral de la pestaña angular trasera como plano de trabajo (Datum 6)



- Dibuje el perfil

- Extruya toda la longitud de la pestaña





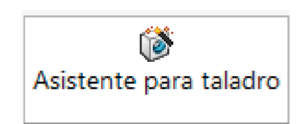
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

√ Añada un taladro a la pestaña curvada:

√ Seleccione el *Asistente para taladro*

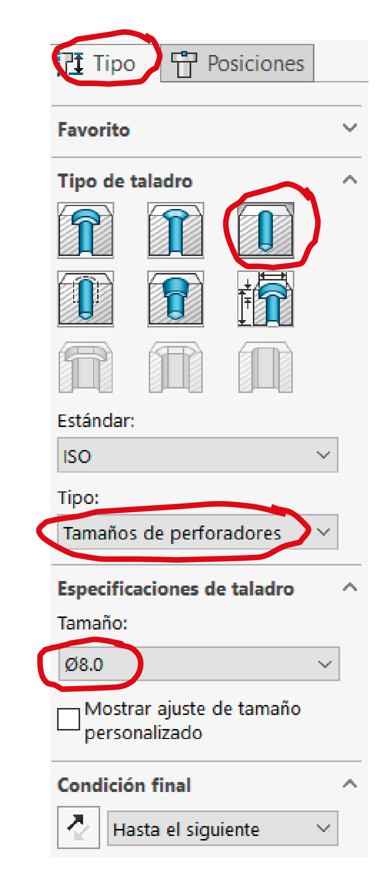


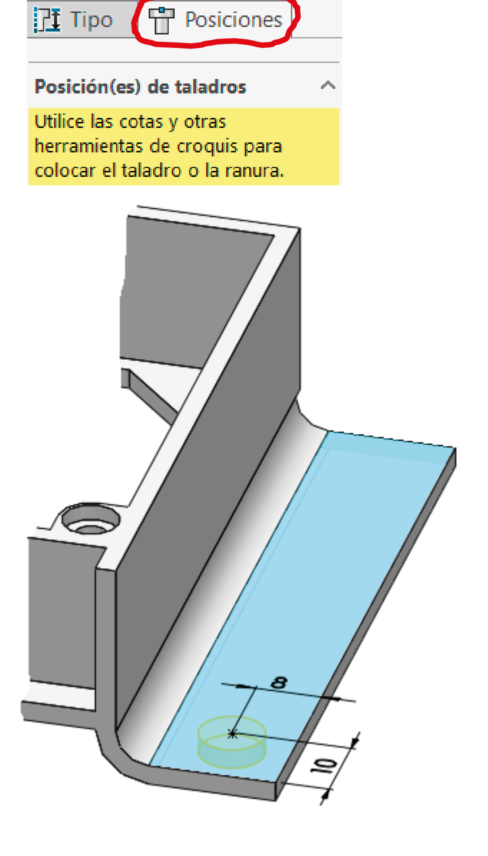
√ Escoja el tipo de taladro y sus especificaciones

√ Seleccione *Posiciones*

√ Seleccione la cara superior de la pestaña (Datum 7)

√ Añada restricciones para fijar el taladro





ISBN: 978-84-18432-81-1

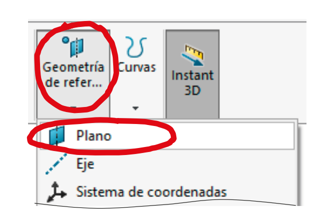
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

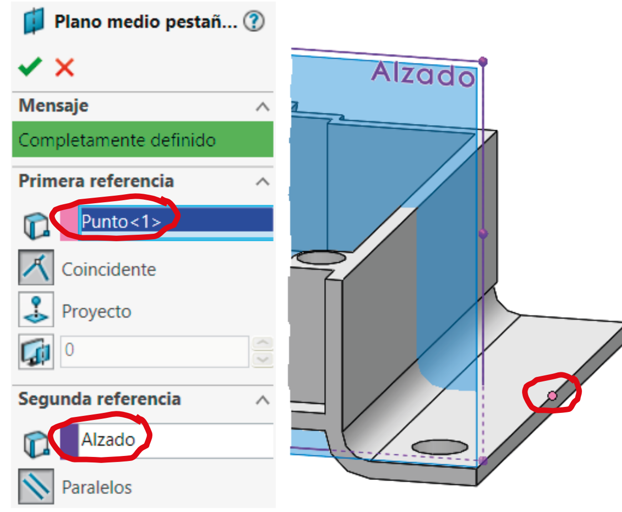
Ejecución

√ Obtenga un plano de simetría local de los taladros de la pestaña (Datum 8):

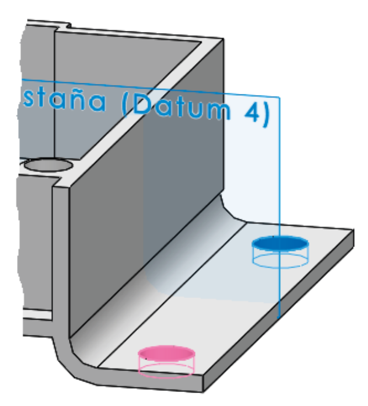
√ Seleccione *Plano* en el menú *Geometría de referencia*



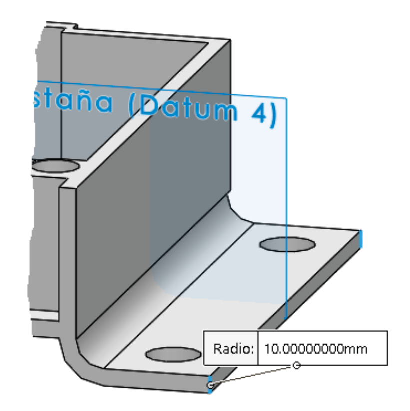
√ Defina un plano paralelo al alzado y pasando por el punto medio de la pestaña



√ Obtenga el otro taladro por simetría



√ Añada los redondeos



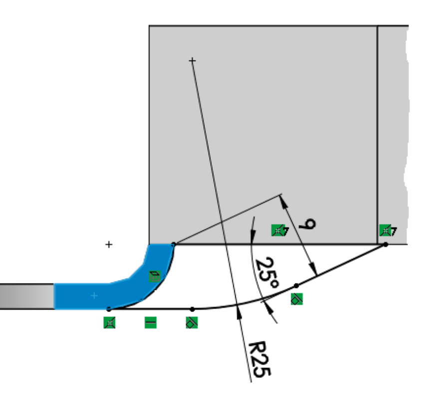
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga la cartela delantera:

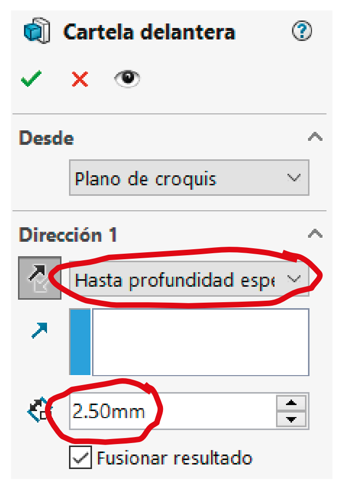
- Seleccione la cara lateral frontal de la pestaña angular izquierda como plano de trabajo (Datum 9)

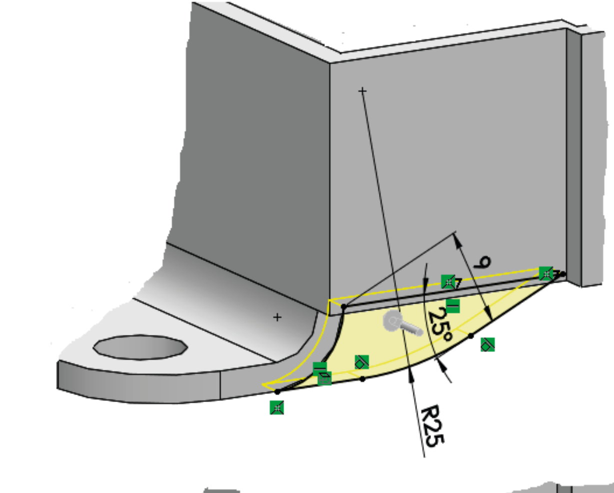


- Dibuje el contorno

- Extruya hasta completar el espesor de la cartela

¡Alternativamente, modele la cartela como un nervio!





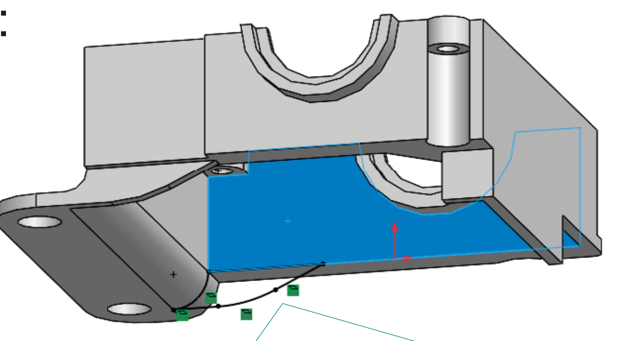
- Añada los redondeos que no haya incluido en el contorno original

ISBN: 978-84-18432-81-1

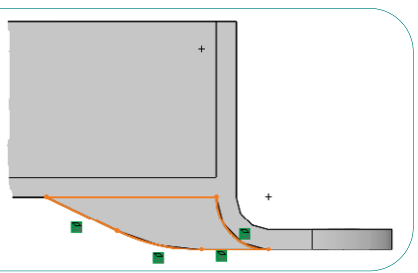
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga la cartela trasera:

- Repita el procedimiento de la cartela delantera, pero usando como plano de trabajo la cara interior trasera del marco (Datum 10)



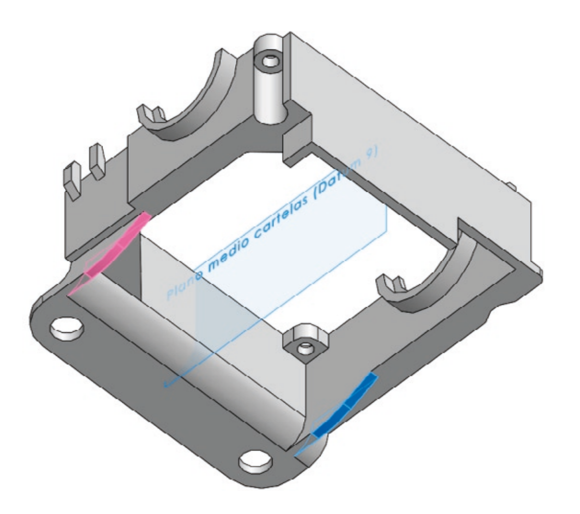
Cambie el punto de vista y use *Convertir entidades* para simplificar el trazado y asegurarse de que ambas cartelas tienen la misma forma



Alternativamente, obtenga la cartela trasera por simetría

- Obtenga un plano de simetría parcial equidistante de las cara interiores de ambas cartelas (Datum 10bis)

- Obtenga la cartela simétrica

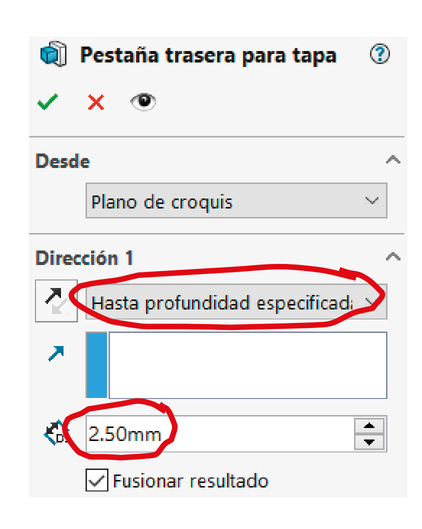


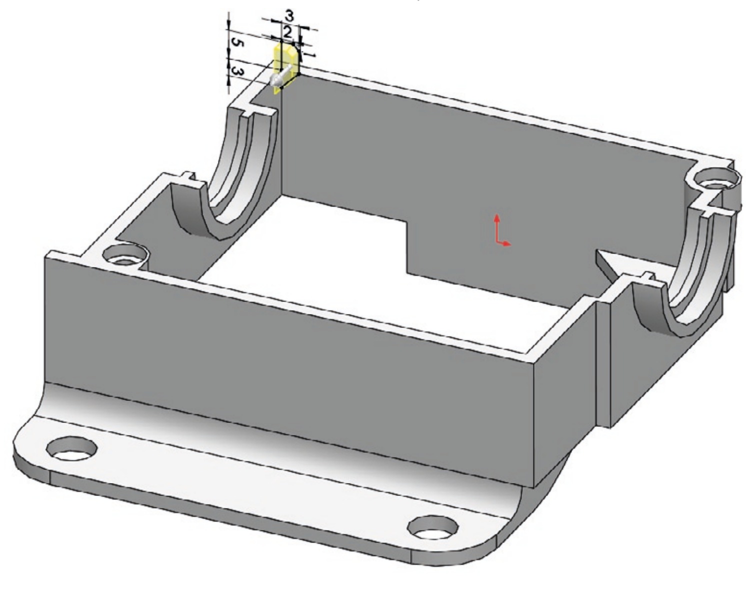
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga la pestaña trasera de unión a la tapa

- Seleccione el interior de la cara lateral derecha del marco como plano de trabajo (Datum 11)
- Dibuje el perfil
- Extruya hasta el espesor de la pestaña



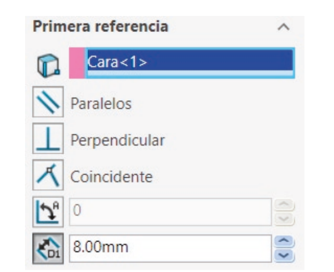


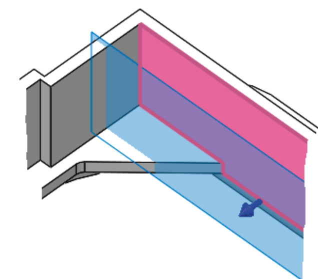
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

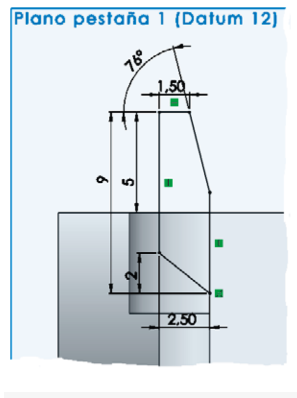
Obtenga la primera pestaña delantera de unión a la tapa

- Cree un plano paralelo a la cara interior del lateral izquierdo del marco (Datum 12)

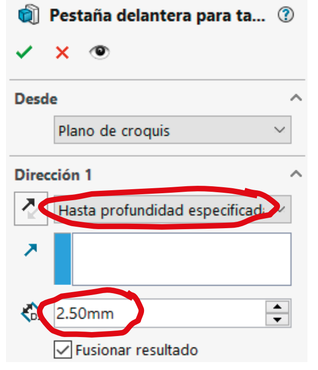


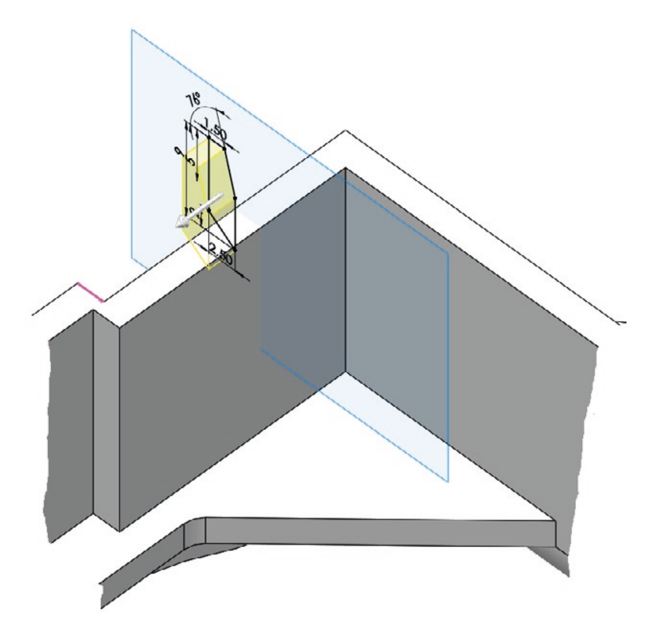


- Dibuje el perfil



- Extruya hasta el espesor de la pestaña



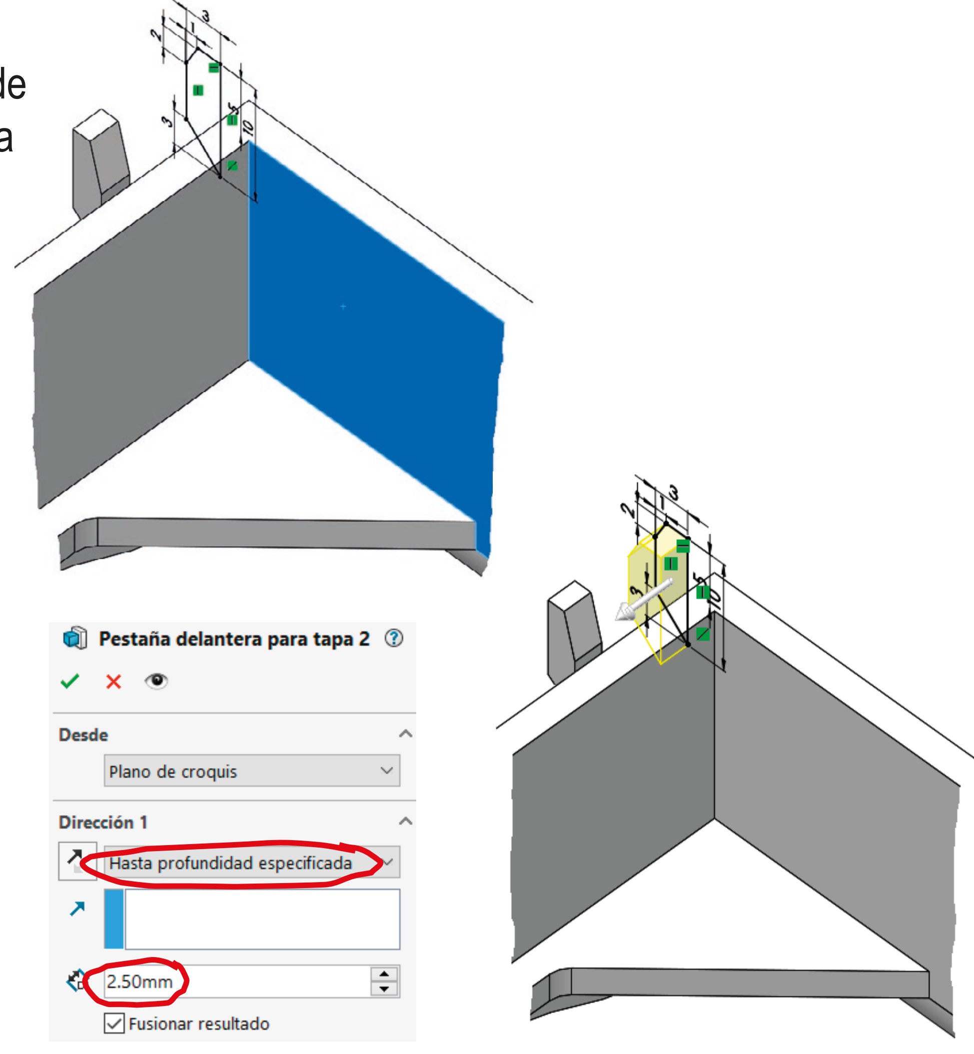


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga la segunda pestaña delantera de unión a la tapa

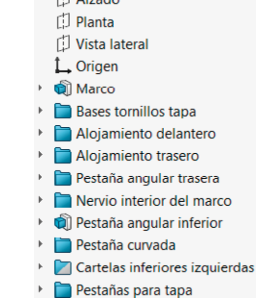
- Seleccione el interior de la cara lateral izquierda del marco (Datum 13)
- Dibuje el perfil
- Extruya hasta el espesor de la pestaña



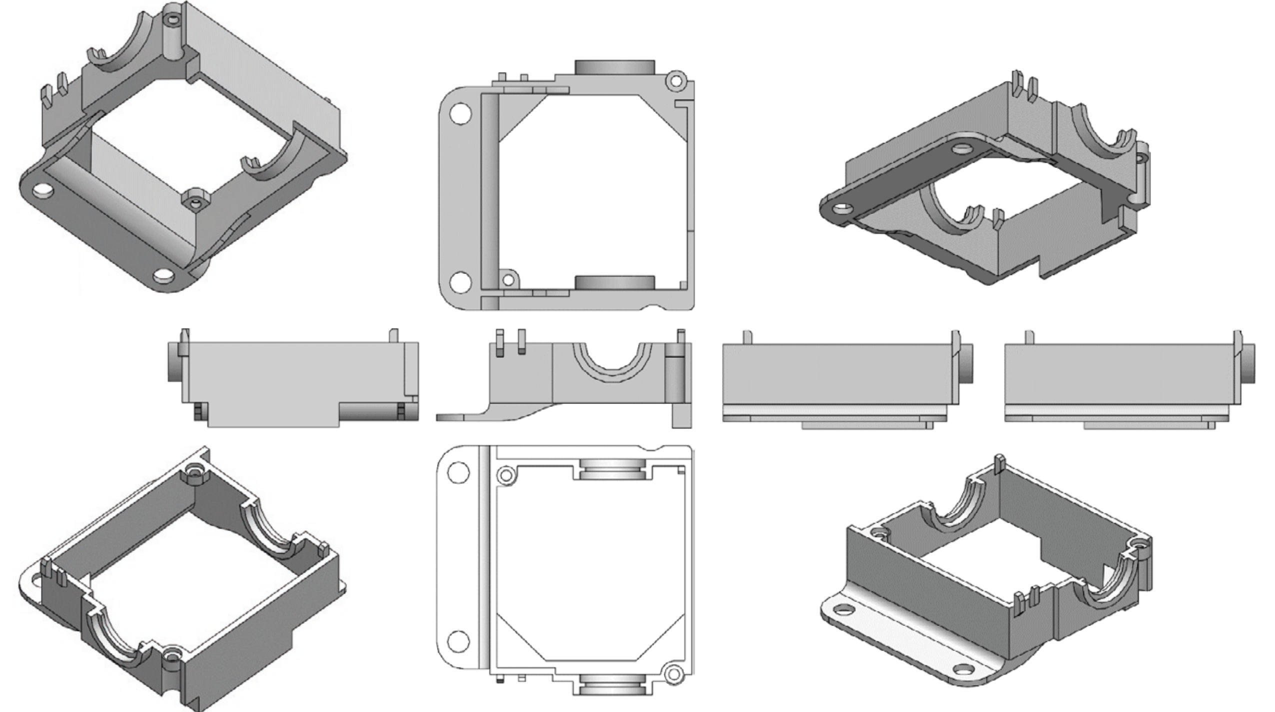
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Compruebe que la pieza ha quedado completamente modelada:

√ Revise el árbol del modelo



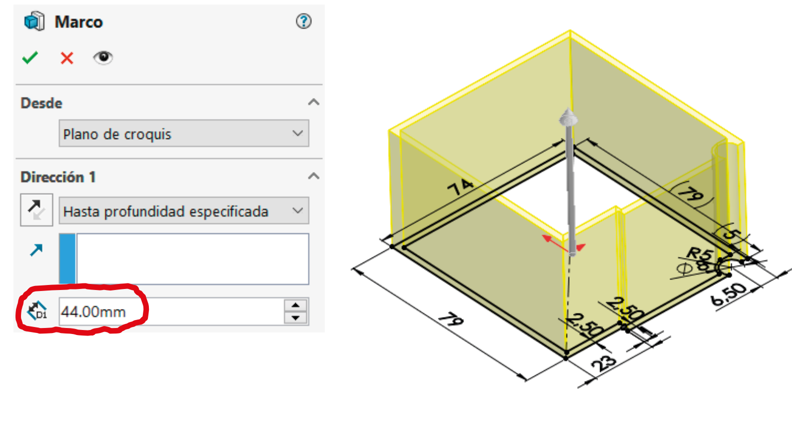
√ Revise las vistas principales



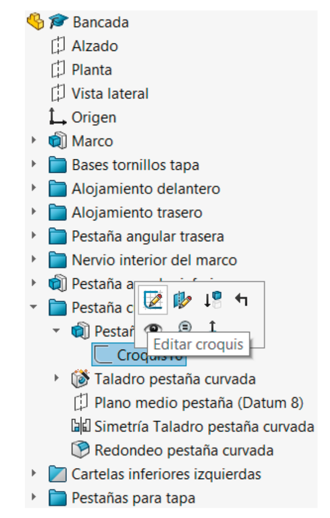
Edite el modelo para realizar los dos cambios solicitados:

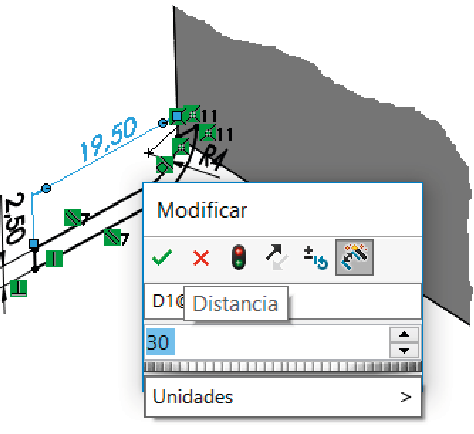
1 Cambie la altura de la caja a 44 mm

Bancada
Alzado
Plan
Vista
Orig
Editar operación
Marco
Bases tornillos tapa
Alojamiento delantero
Alojamiento trasero
Pestaña angular trasera
Nervio interior del marco
Pestaña angular inferior
Pestaña curvada
Cartelas inferiores izquierdas
Pestañas para tapa



2 Cambie la longitud de la pestaña a 30 mm

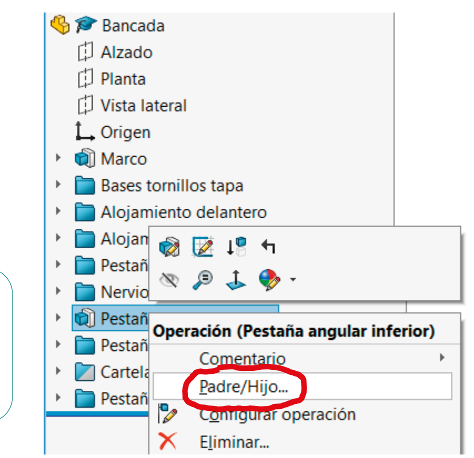


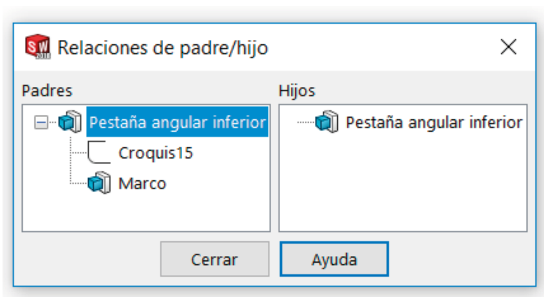


3 Suprima la pestaña angular inferior

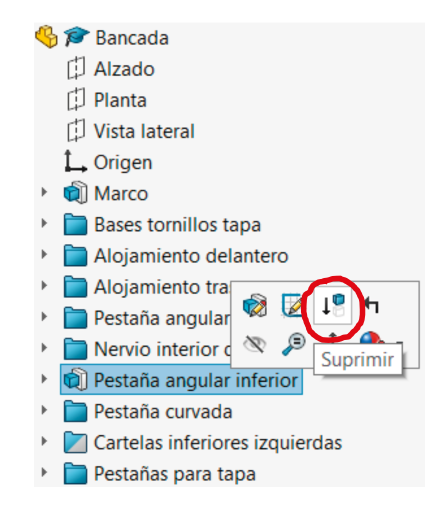
√ Compruebe que no hay operaciones dependientes de la operación a suprimir

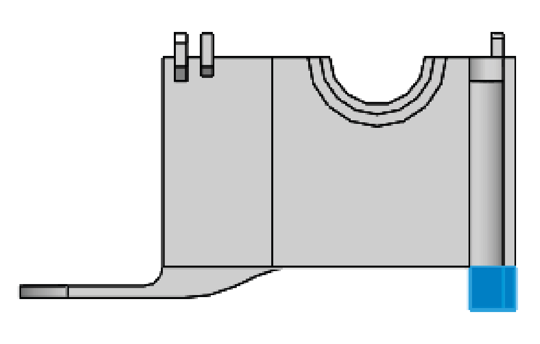
¡Si hubiera operaciones "hijas", quedarían suprimidas al suprimir la operación "padre"!





√ Suprima la pestaña angular inferior





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Hay que analizar los objetos antes de modelarlos

El análisis permite buscar soluciones de modelado:

- √ Detectar sus elementos característicos
- √ Encontrar la forma nuclear de los objetos

2 Descomponer los modelos en partes sencillas e independientes es más importante cuando la complejidad del modelo aumenta

3 Los elementos característicos aportan dos ventajas:

- √ Simplifican el proceso de modelado
- √ Dejan constancia de la intención de diseño en el árbol del modelo

Pero es difícil encontrar elementos característicos que transmitan intención de diseño sin quedar demasiado vinculados a una operación de fabricación particular

4 Con un conjunto mínimo y representativo de datums es más fácil que las diferentes partes del modelo tengan solo las dependencias necesarias

Por ejemplo, vincular ciertos componentes a la cara superior de la caja (Datum 2) facilita el cambio de altura de la caja

Capítulo 1.7. Modelado mediante curvas

ISBN: 978-84-18432-81-1

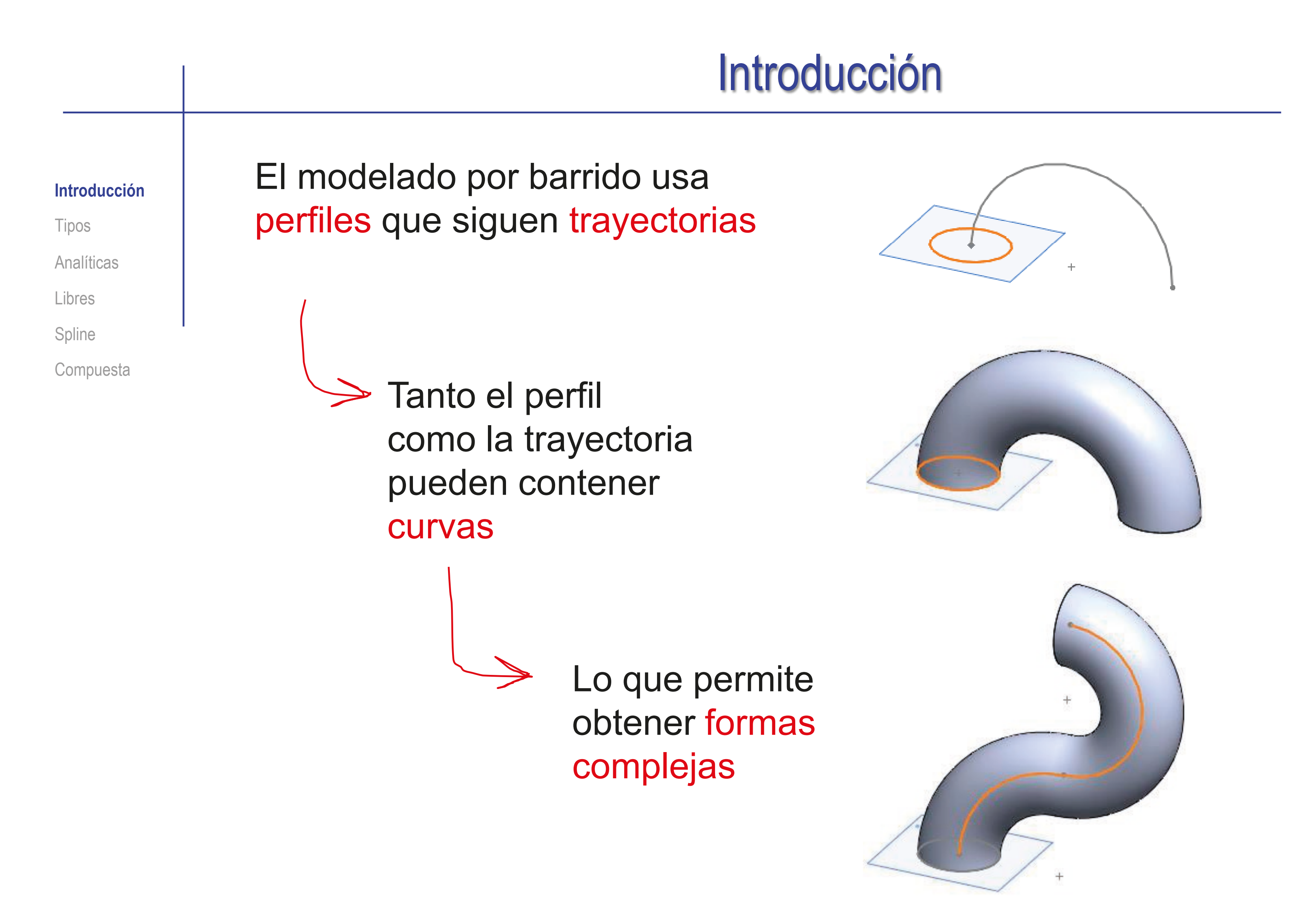
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción

El modelado por barrido usa perfiles que siguen trayectorias

Tanto el perfil como la trayectoria pueden contener curvas

Lo que permite obtener formas complejas

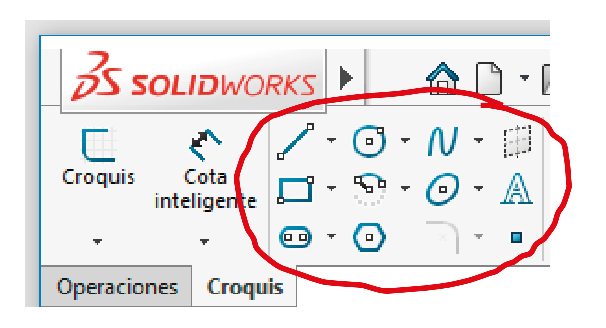


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tipos

Las comandos para generar curvas están instalados en el menú de dibujo



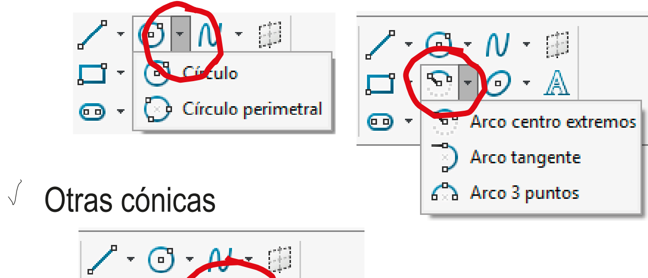
Hay dos tipos de curvas:

1 Analíticas

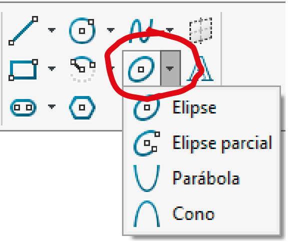
2 Libres

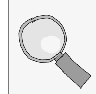
Las curvas analíticas instaladas en SolidWorks® son:

√ Circunferencia / arco



√ Otras cónicas

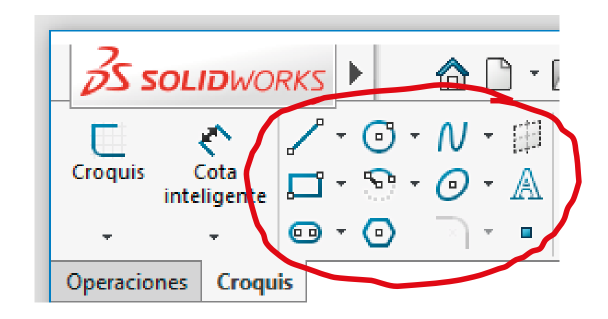




Más detalles sobre curvas analíticas en 1.7.1

Tipos

Las comandos para generar curvas están instalados en el menú de dibujo



Hay dos tipos de curvas:

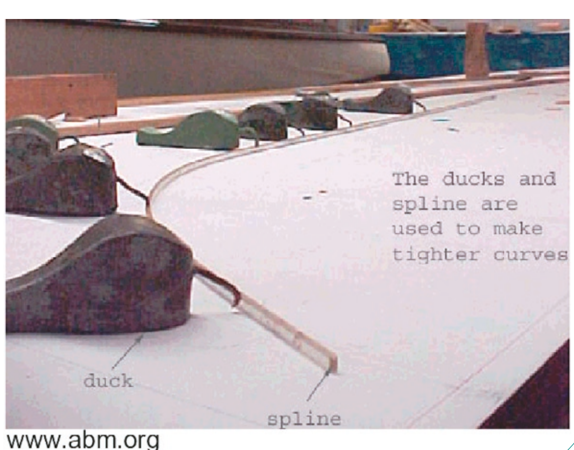
1 Analíticas

2 Libres

Las curvas libres o sintéticas se definen mediante un conjunto de características que determinan la naturaleza de la curva pero no fijan todos sus grados de libertad

Tradicionalmente se generaban con "splines" (varillas) y "ducks" (pesos):

- El "spline" garantiza la suavidad de la curva
- Los "ducks" garantizan el control (puntos de paso)

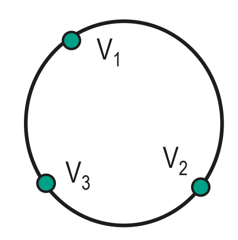


www.abm.org



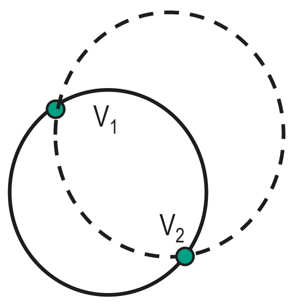
La diferencia entre ambos tipos de curvas es que:

las curvas analíticas definen formas que quedan completamente determinadas por las condiciones funcionales ⇔ las curvas libres tienen grados de libertad disponibles, después de imponer todos los requisitos geométricos



- Curvatura constante
- Cerrada
- Pasa por V_1 V_2 y V_3

Solución única: es fácil replicar la forma



- Curvatura constante
- Cerrada
- Pasa por V_1 y V_2



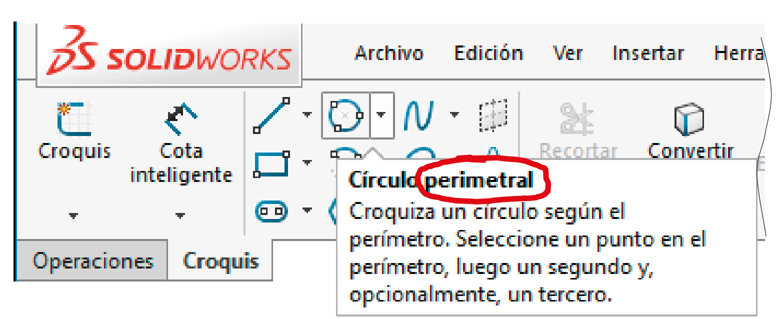
Infinitas soluciones: solo se puede replicar su forma exacta mediante

- Plantillas
- Métodos de cálculo numérico sofisticados

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Las curvas analíticas definen una figura concreta…



…a partir de unos parámetros (o elementos definitorios) concretos

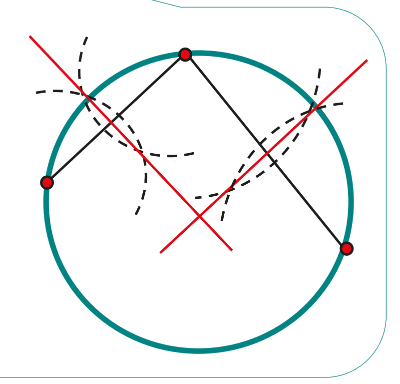
Si no está instalada la construcción requerida (figura + elementos definitorios)…

…se transforma empleando construcciones auxiliares

Para construir la circunferencia-conocido-el-centro-y-el-radio cuando lo que se conocen son tres puntos, se transforman los tres puntos en centro y radio:

√ el centro de la circunferencia la intersección de la mediatrices de dos cuerdas

√ el radio es la distancia del centro a cualquiera de los tres puntos



Curvas libres

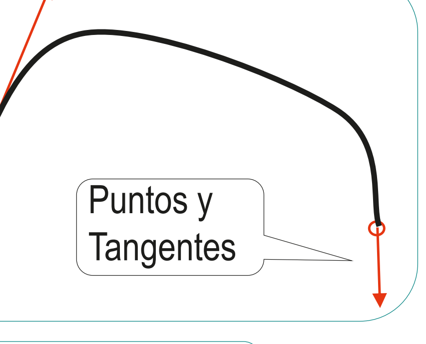
Las condiciones que cumplen las curvas libres son:

1 Los elementos de control son pocos e intuitivos

Los elementos de control básicos son:

√ Puntos

√ Tangentes

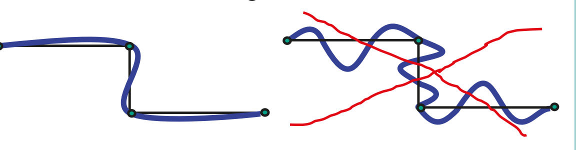


Veremos que las curvas más sofisticadas disponen de otros elementos de control

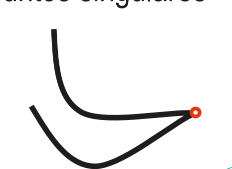
2 Definen una "buena forma"

Una curva tiene una "buena forma" cuando:

√ Es suave: no tiene grandes oscilaciones



√ Es continua: no tiene puntos singulares



3 Proporcionan una descripción matemática de la curva

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Curvas libres

Las condiciones que cumplen las curvas libres son:

1 Los elementos de control son pocos e intuitivos

2 Definen una "buena forma"

3 Proporcionan una descripción matemática de la curva

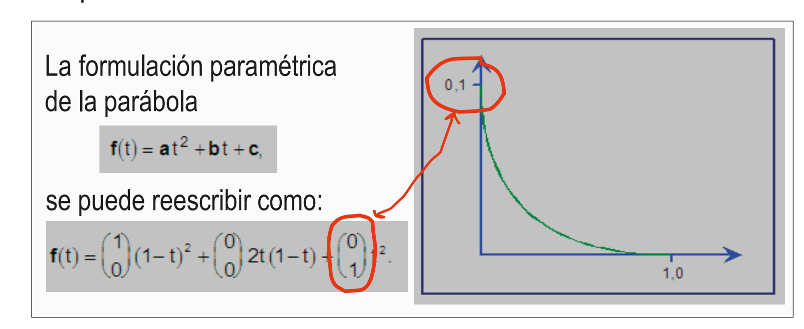
Las curvas se denominan paramétricas porque los parámetros de los polinomios con que se formulan se convierten en los parámetros de control

$$x(t) = \sum_{i=0}^{n} a_i t^i$$

$$y(t) = \sum_{i=0}^{n} b_i t^i$$

Para darles utilidad práctica se debe:

- √ Reformular los polinomios, para dar significado geométrico a sus parámetros



- √ Trocear automáticamente las curvas complejas en *cadenas de curvas polinómicas simples* (splines), para facilitar su cálculo

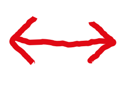
1 2 → 1 2 3 4

CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

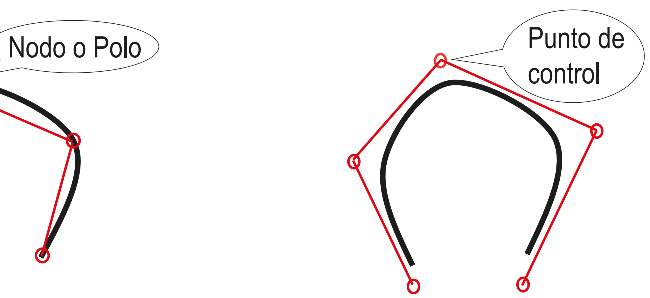
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Las curvas spline se pueden clasificar según las conexiones entre la curva y los elementos de control:

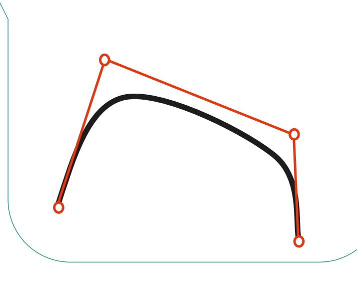
En las curvas interpoladas los puntos pertenecen a la curva



En las curvas ajustadas los puntos no pertenecen a la curva



En las soluciones mixtas se interpolan algunos puntos y se ajustan otros





Las curvas ajustadas tienen inconvenientes y ventajas, respecto a las interpoladas

Sus principales inconvenientes son:

- ✗ Son menos intuitivas, porque la curva no pasa por los puntos dados
- ✗ Son más complejas que las interpoladas, porque utilizan más elementos de control

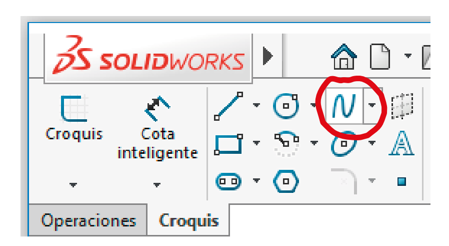
Sus principales ventajas son:

- √ Permiten modelar formas mucho más complejas
- √ Permiten más control sobre las modificaciones posteriores

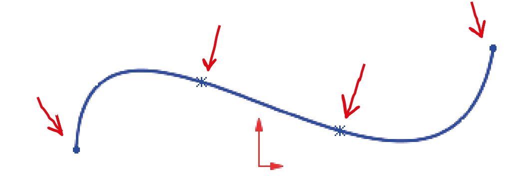
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Los splines de SolidWorks® son una mezcla de curvas interpoladas y ajustadas:



√ Se crean definiendo nodos, como si fueran curvas interpoladas

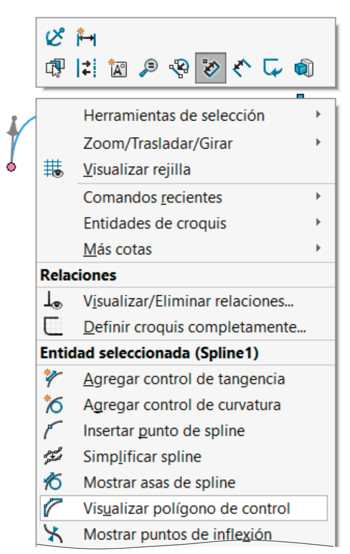


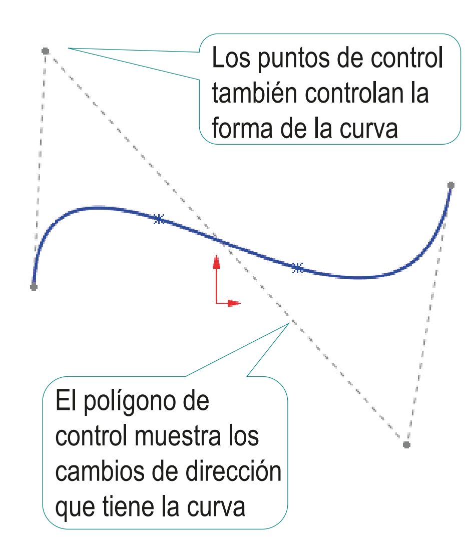
√ Pero se pueden comportar también como una curva ajustada:

√ Ponga el cursor sobre la curva y pulse el botón izquierdo para seleccionar el spline

√ Pulse el botón derecho para mostrar el menú contextual

√ Seleccione *Visualizar polígono de control*



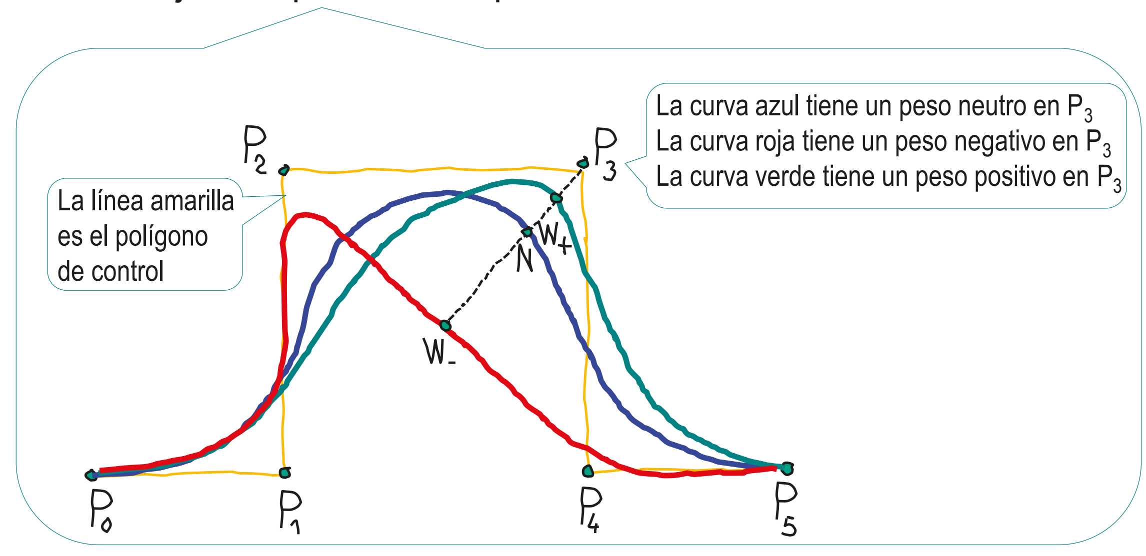


Los splines más sofisticados tiene pesos, asociados a los puntos de control:

Son coeficientes de ponderación que controla la "atracción" de los puntos de control a la curva

- Asignando el mismo peso a todos los puntos de control, la curva se comporta como si no hubiera pesos

- Variando algunos pesos se puede conseguir que la curva pase más cerca o más lejos del punto correspondiente

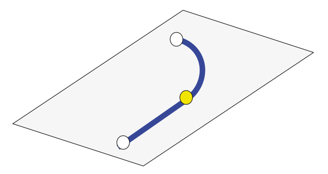


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

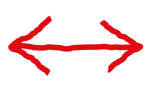
Curvas compuestas

El método más habitual para replicar curvas sofisticadas es generar tramos separados y conectarlos, definiendo curvas compuestas



Si la curva es plana, los diferentes tramos se pueden dibujar en un único croquis…

…y se pueden utilizar las restricciones habituales para conectarlos



Si la curva es alabeada, los diferentes tramos se pueden dibujar en croquis diferentes…

…y se pueden conectar mediante operaciones específicas

SolidWorks® utiliza el comando *Curva compuesta*

Geometría ...
Curvas
Instant 3D
Línea de partición
Proyectar curva
Curva compuesta
Curva por puntos XYZ
Curva por puntos de referencia
Hélice y espiral

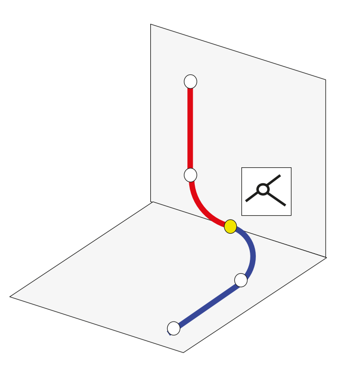
Pero los tramos deben estar bien vinculados, *antes* de componerlos en una curva común

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

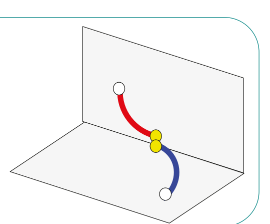


Encadenar diferentes curvas puede resultar complejo…



…porque vincular un croquis con elementos geométricos externos al croquis no es siempre viable

Los errores de redondeo en los cálculos numéricos pueden impedir ciertas relaciones geométricas teóricamente válidas entre elementos geométricos de un croquis y elementos geométricos externos al croquis



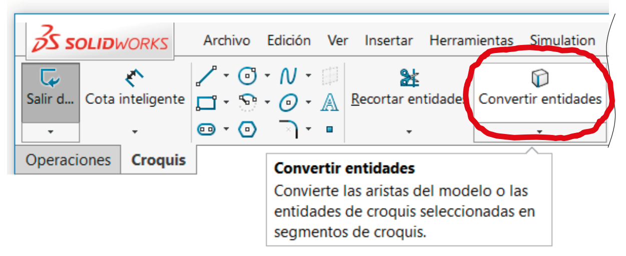
Las estrategias usadas para solucionar estos problemas son:

- √ Generar copias internas al croquis de las entidades externas mediante *Convertir entidades*
- √ Forzar el recálculo de los elementos para eliminar los errores de redondeo, mediante *Perforar*
- √ Añadir geometría suplementaria para descomponer la restricción buscada en un conjunto equivalente de restricciones más simples

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

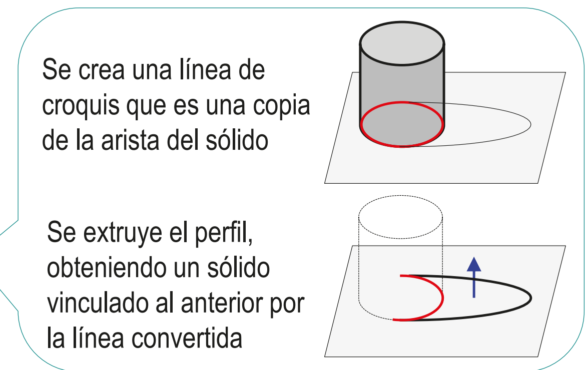
Convertir entidades genera copias de elementos externos en el croquis actual



Las entidades externas pueden ser:

√ Elementos de otro croquis

√ Aristas y contornos de un sólido creados mediante una operación de modelado previa



El elemento resultante es la proyección sobre el plano de croquis de la entidad seleccionada



Definiendo la entidad convertida en auxiliar, se puede usar para restringir el croquis actual respecto a la entidad externa

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Curvas compuestas

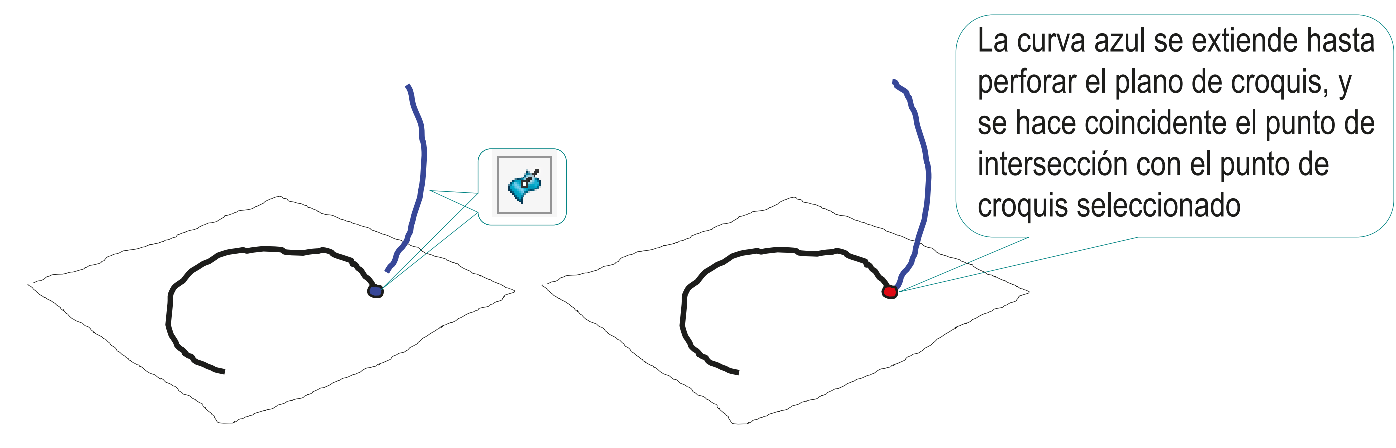
La restricción de *Perforar* (Perforar) vincula un elemento del croquis actual con una curva externa al croquis:

- √ Esta disponible cuando se selecciona una entidad del croquis actual y una curva exterior que puede intersectar al plano de croquis

  Debe seleccionar la curva exterior, no el extremo que desea hacer coincidente

- √ Fuerza el recálculo del punto de intersección de la curva externa con el plano de croquis actual

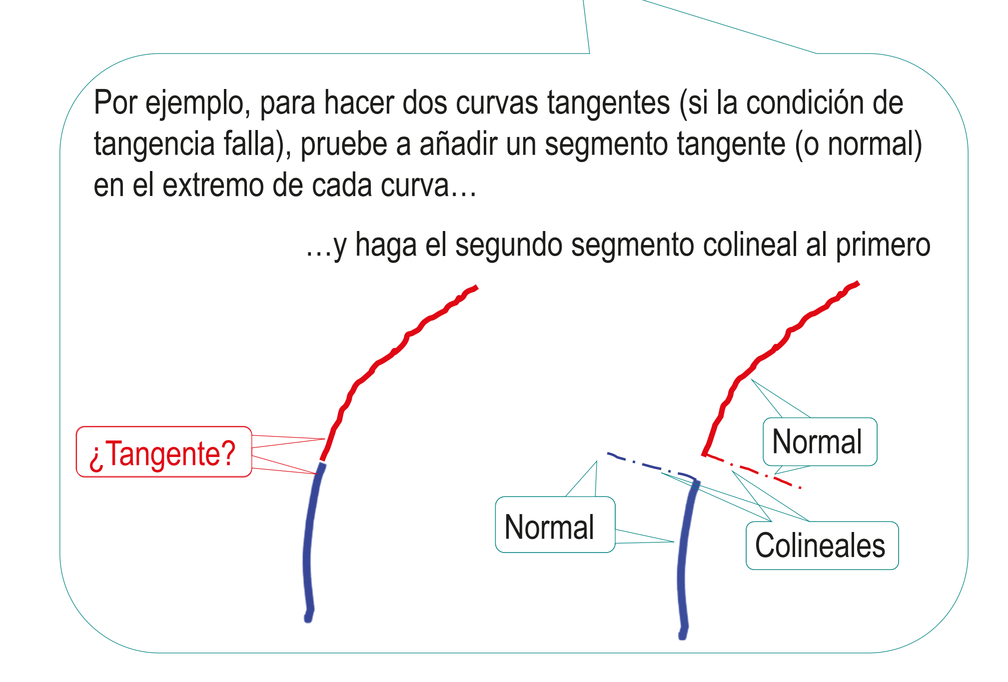
- √ Hace coincidente el elemento seleccionado del croquis actual con el punto de intersección de la curva externa



Si una restricción entre el tramo de curva actual y un tramo previo no funciona…

…pruebe a descomponer la condición geométrica buscada en otras más simples…

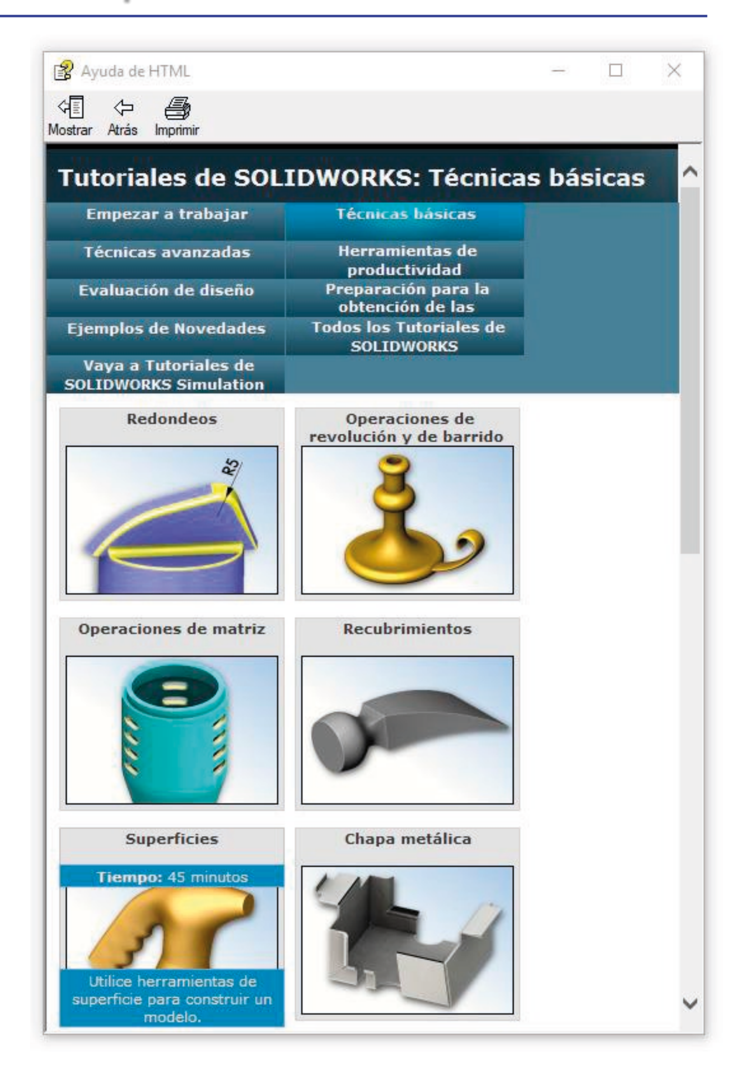
…añadiendo geometría suplementaria



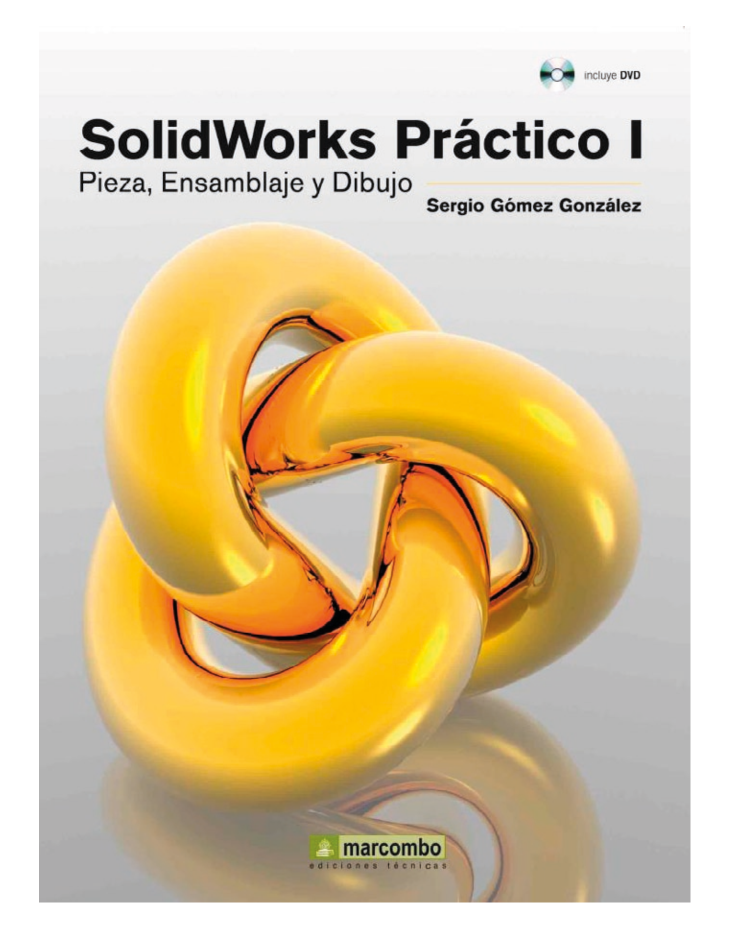
Para repasar

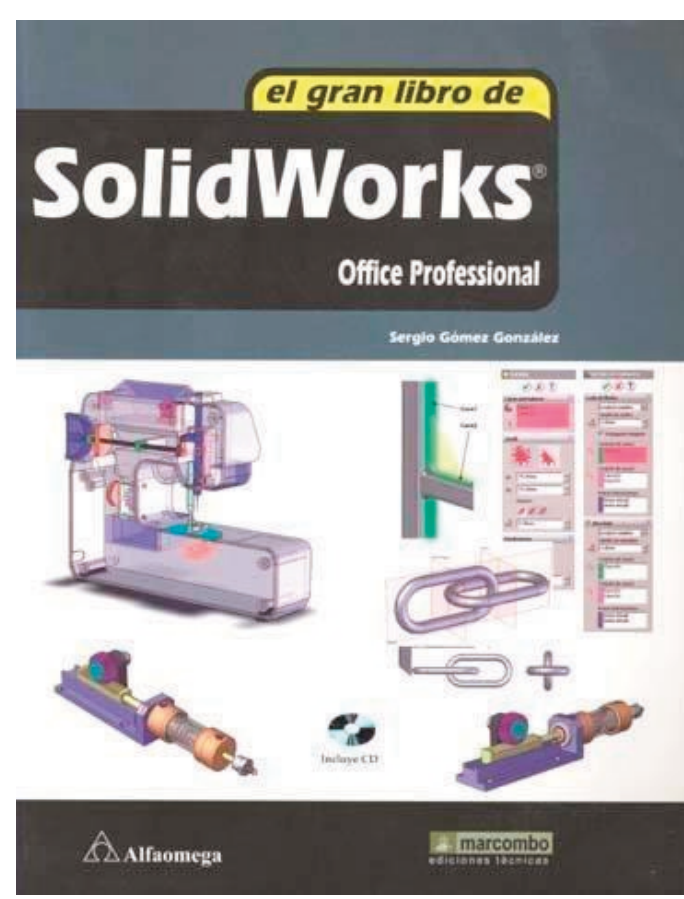
¡Cada aplicación CAD
tiene sus propias peculiaridades
para el proceso de modelado!

¡Hay que estudiar
el manual de la aplicación
que se quiere utilizar!

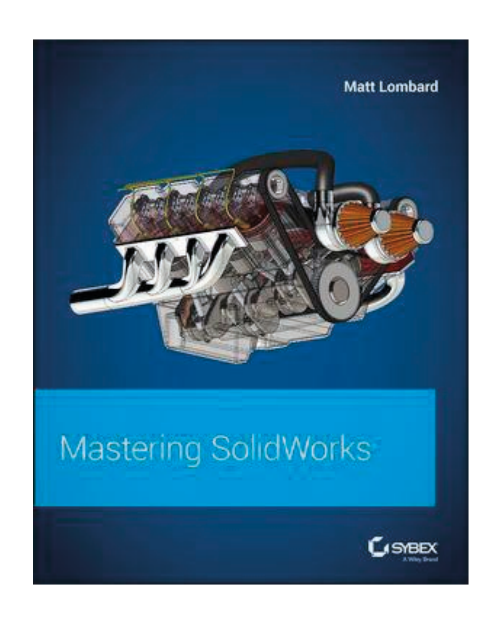


Para repasar

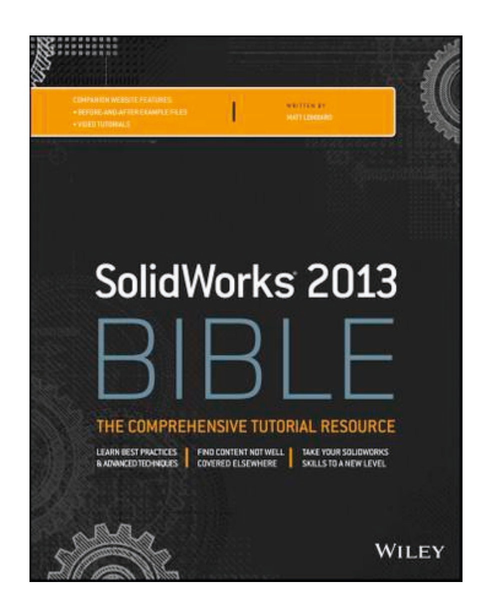




Para repasar



Chapter 8: Selecting Secondary Features

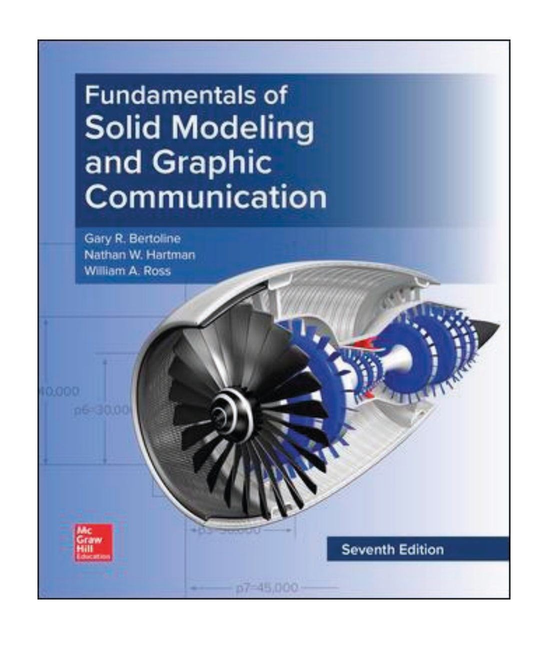


Chapter 8: Selecting Secondary Features

ISBN: 978-84-18432-81-1

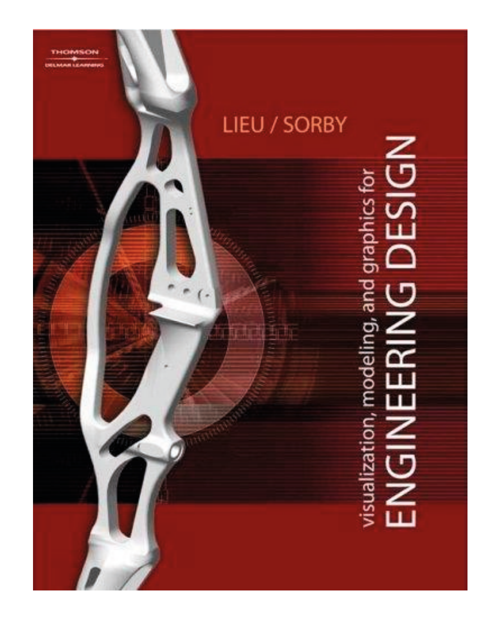
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para repasar



3.13 Conic Curves

3.14 Freeform Curves



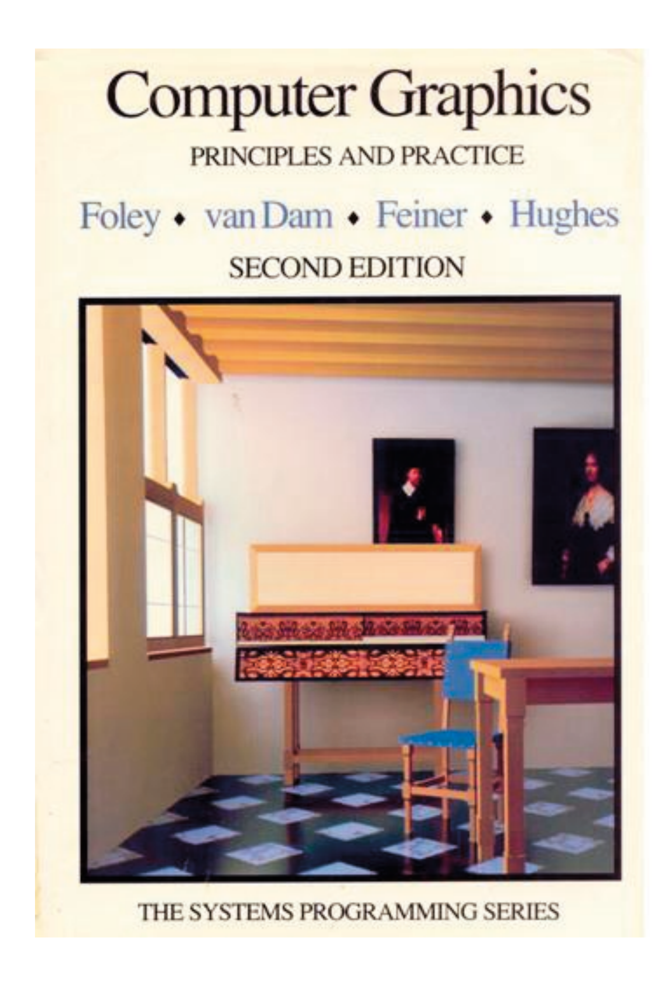
Capítulo 6: Solid Modeling



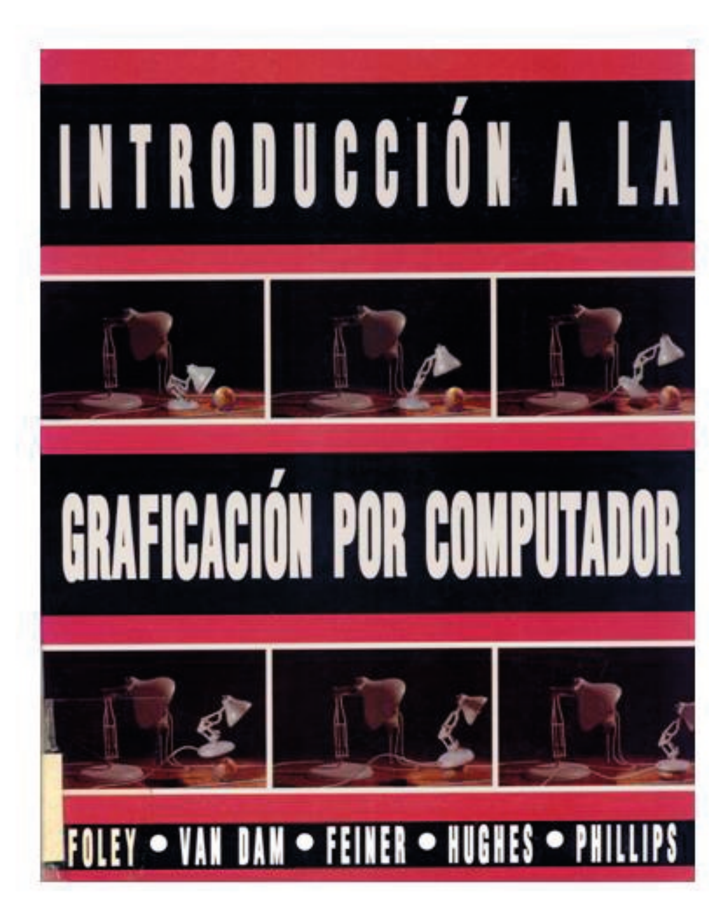
La modelazione di parti in SolidWorks

Para repasar

Capítulo 11: Representing curves and surfaces



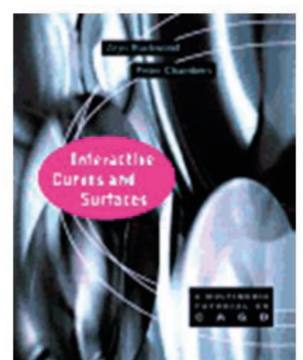
Capítulo 9: Representación de curvas y superficies

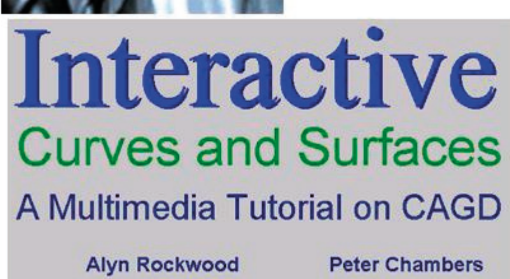


Para repasar

¡Cualquier buen libro de CADG!

El CADG (*Diseño Geométrico Asistido por Computador*) se dedica al estudio y definición de métodos para la generación de curvas complejas





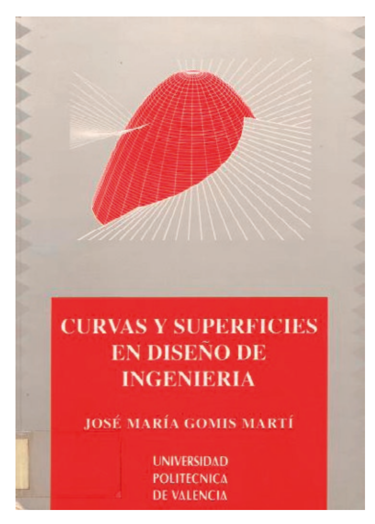
Se recomienda especialmente el "tutorial" interactivo

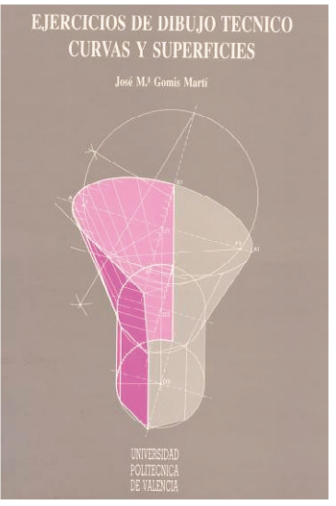


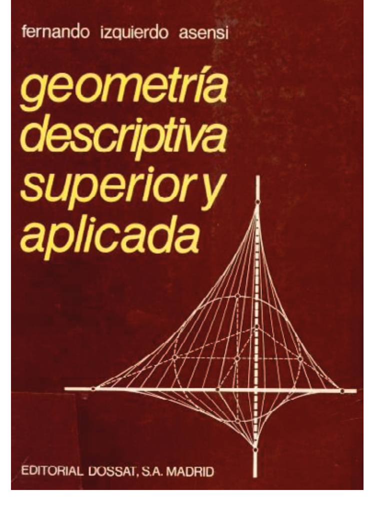
Capítulo 2: Curvas del plano

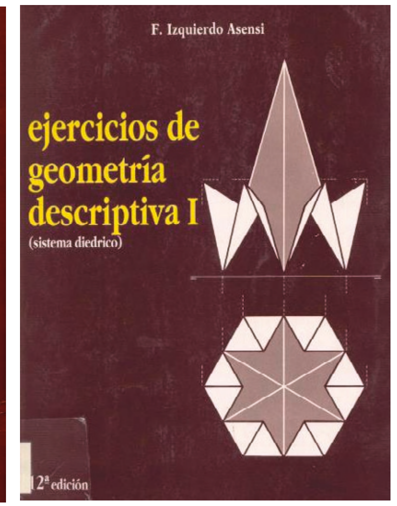
Capítulo 4: Curvas y superficies del espacio

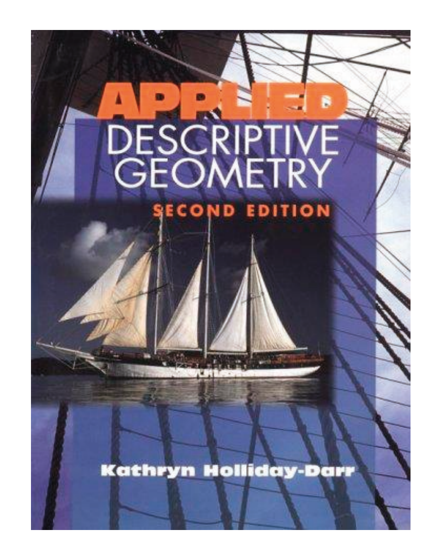
Para estudiar los fundamentos geométricos

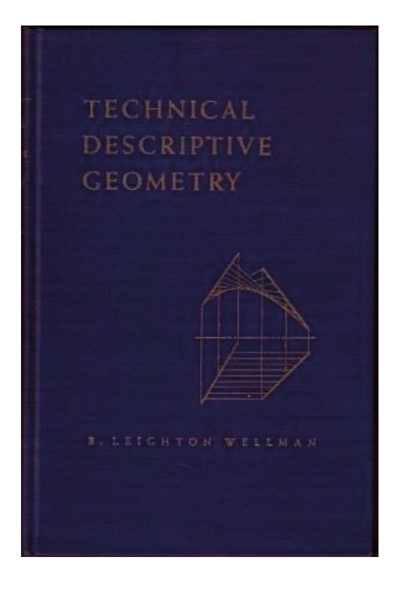












Introducción

las curvas analíticas son aquellas que quedan completamente determinadas por las condiciones funcionales

¡No se puede cambiar ningún parámetro sin que la curva resultante deje de cumplir algún requisito!

Las curvas analíticas son las que se han utilizado tradicionalmente en diseño industrial, porque:

- √ Aportan geometrías con comportamiento contrastado
- √ Se pueden replicar fácilmente con instrumentos de dibujo

Hay dos tipos de curvas analíticas de uso muy frecuente en las aplicaciones CAD:

- √ Curvas cónicas
- √ Hélices

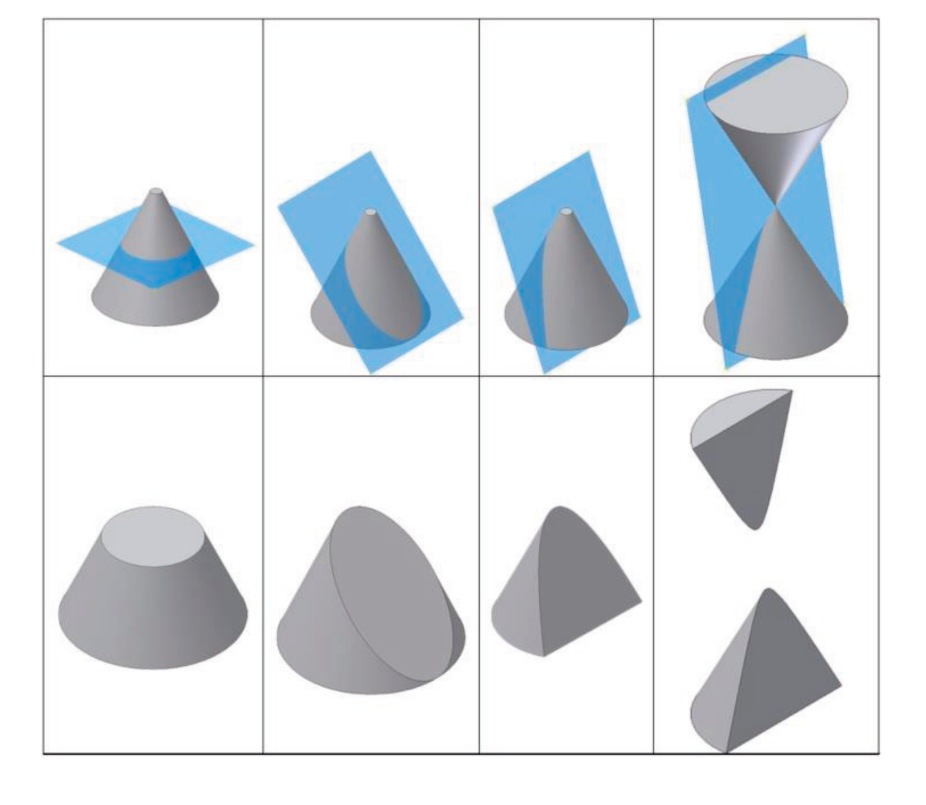
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Las curvas cónicas son un tipo particular de curvas cuádricas, que son aquellas cuya formulación algebraica son ecuaciones de segundo grado:

$$ax^2 + bx + c = 0 \quad / \; a \neq 0$$

Las curvas cónicas, se denominan así porque se obtienen por intersección de un plano y una superficie cónica completa de revolución

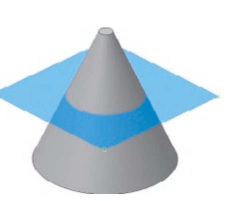


ISBN: 978-84-18432-81-1

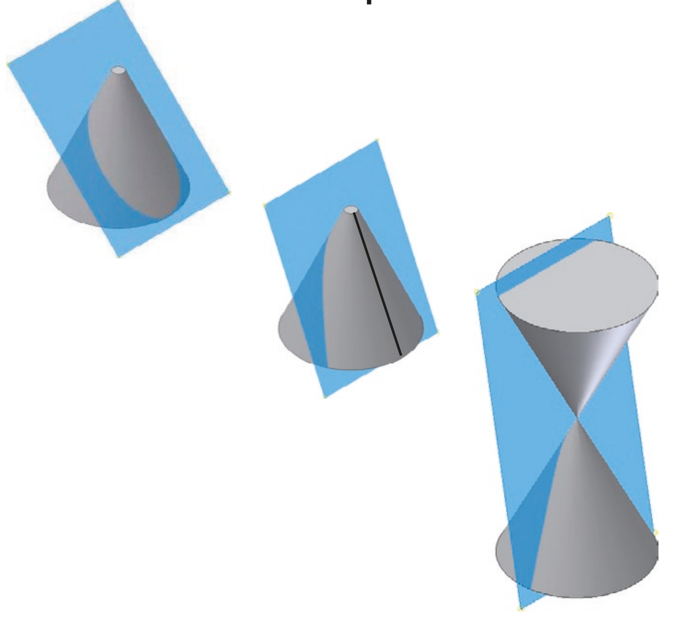
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Curvas cónicas: tipos

Si el plano, es perpendicular al eje el corte produce circunferencias



En caso contrario el corte puede producir tres tipos de curvas:



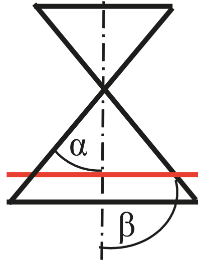
- √ Se produce una elipse si el plano corta a todas las generatrices
- √ Se produce una parábola si el plano es paralelo a una generatriz
- √ Se produce una hipérbola si el plano es paralelo a dos generatrices

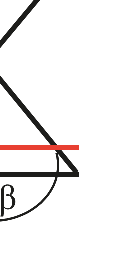
Un plano que secciona a un cilindro siempre produce circunferencias o elipses

Curvas cónicas: tipos

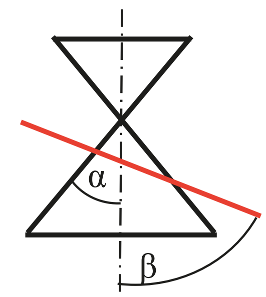
Si α es el ángulo de las generatrices con el eje, y β el ángulo del plano con el eje, la relación entre ambos ángulos sirve para distinguir los tres tipos de cónicas:

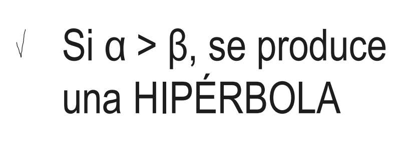
√ Si β= 90°, se produce una CIRCUNFERENCIA

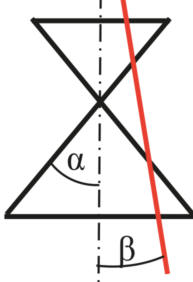


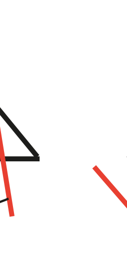


√ Si α < β, se produce una ELIPSE

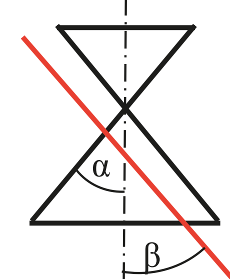








√ Si α = β, se produce una PARÁBOLA



Al cociente entre el coseno de β y el coseno de α se le denomina excentricidad:

$$\varepsilon = \cos\beta / \cos\alpha$$

Por ello, también se puede definir:

- √ Elipse es la cónica con excentricidad menor que 1
- √ Parábola es la cónica con excentricidad 1
- √ Hipérbola es la cónica con excentricidad mayor que 1

La excentricidad mide si la forma de la cónica es redondeada o se aproxima a un segmento

En el caso de la elipse, la excentricidad se puede determinar comparando las longitudes de los semiejes:

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$$ (a ≡ semieje focal, b ≡ semieje no focal)

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

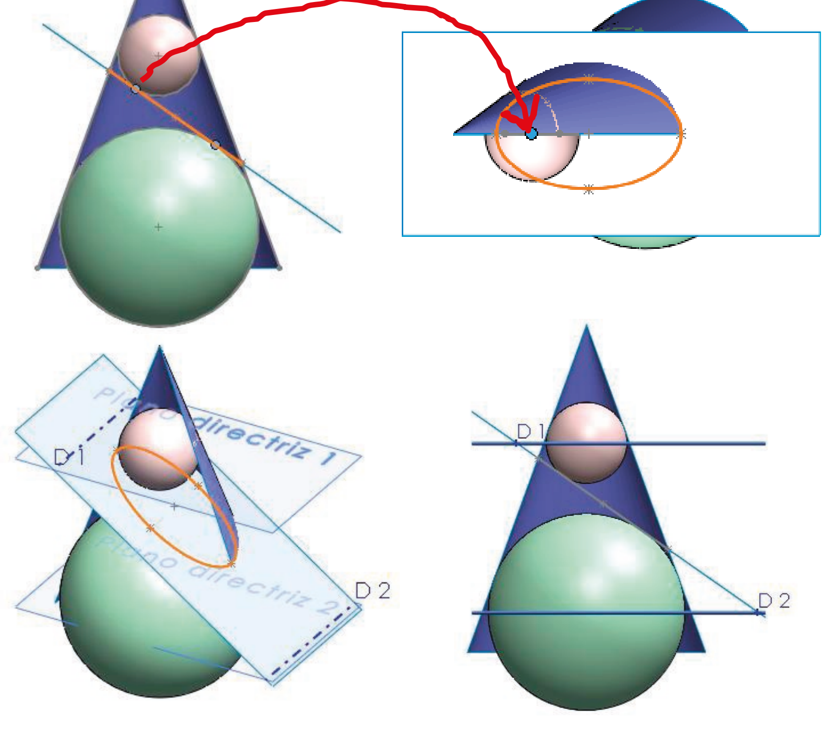
Cruvas cónicas: elementos definitorios

Se pueden inscribir esferas tangentes a la superficie cónica y al plano seccionador

Como resultado, se obtienen los elementos definitorios de las cónicas:

√ Los puntos de contacto de las esferas con el plano son los focos de la curva cónica

√ Las intersecciones entre los planos diametrales de las esferas y el plano seccionador son las directrices de las cónicas



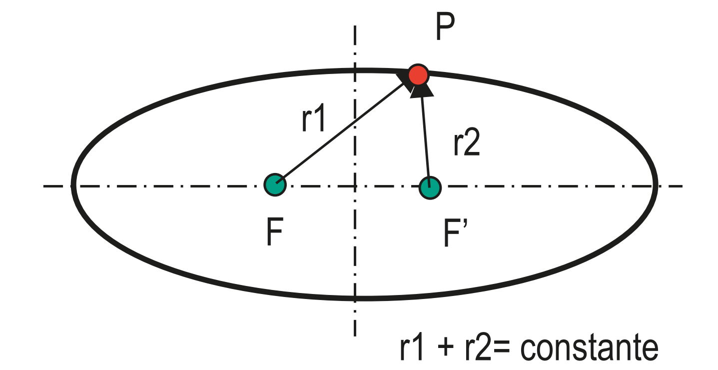
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

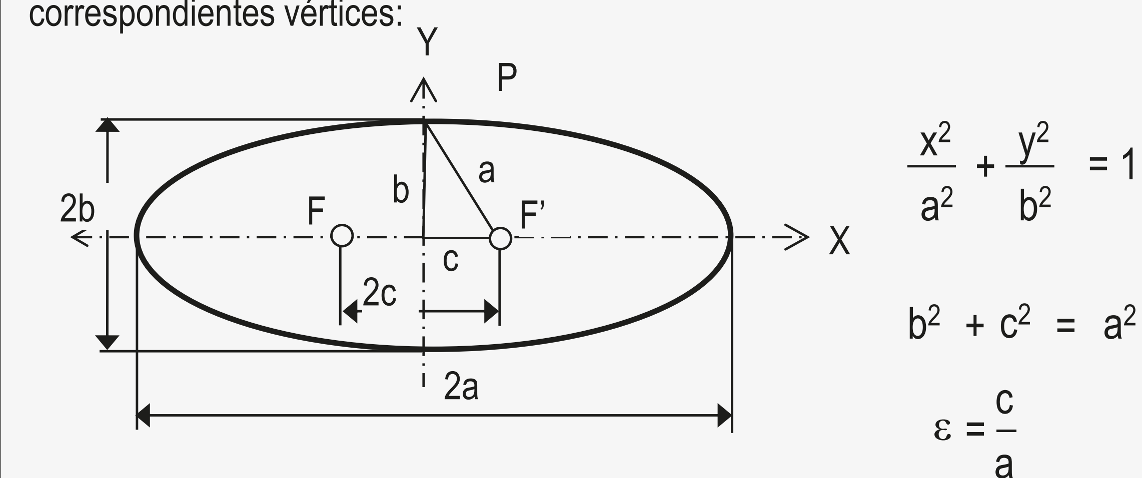
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Curvas cónicas: elipse

La elipse es el lugar geométrico de los puntos del plano cuya suma de distancias a los focos es constante



Otros parámetros relacionados son el eje focal y el eje no focal, con sus correspondientes vértices:



$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$b^2 + c^2 = a^2$$

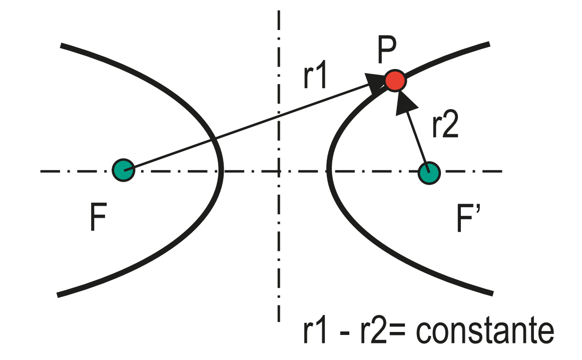
$$\varepsilon = \frac{c}{a}$$

ISBN: 978-84-18432-81-1

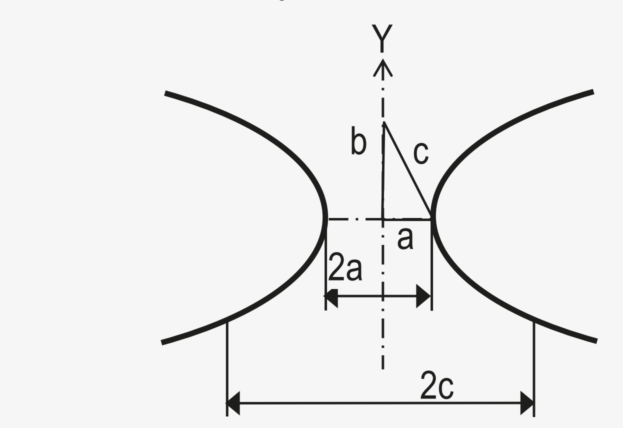
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Curvas cónicas: hipérbola

La hipérbola es el lugar geométrico de los puntos del plano cuya resta de distancias a los focos es constante



Otros parámetros relacionados son el eje focal y el eje no focal, junto con los vértices del eje focal:



$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$\varepsilon = \frac{c}{a}$$

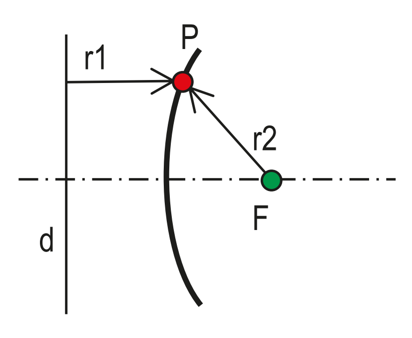
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

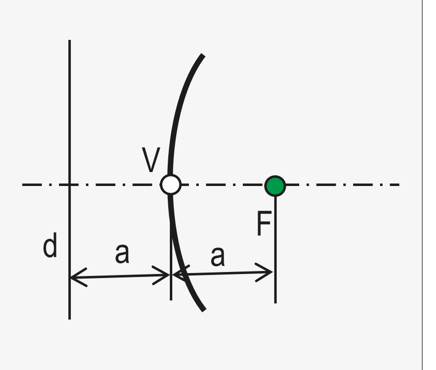
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Curvas cónicas: parábola

La parábola es el lugar geométrico de los puntos del plano que equidistan del foco y la directriz



Otros parámetros relacionados son el eje focal y el vértice



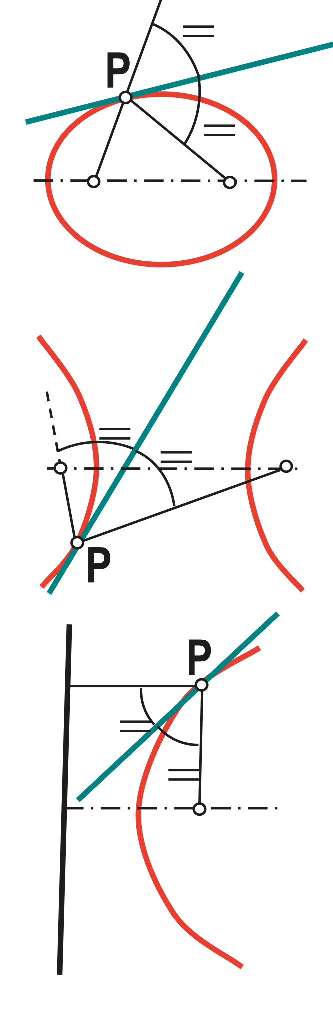
Curvas cónicas: tangentes

Las rectas tangentes a las cónicas tienen una propiedad que las hace especialmente útiles para el diseño geométrico:

- La tangente en un punto P a la elipse es bisectriz del ángulo que forman un radio vector y la prolongación del otro

- La tangente en un punto P a la hipérbola es bisectriz del ángulo que forman los dos radios vectores

- La tangente en un punto P a la parábola es bisectriz del ángulo que forman el radio vector y la perpendicular por P a la directriz (paralela al eje)



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Hélices

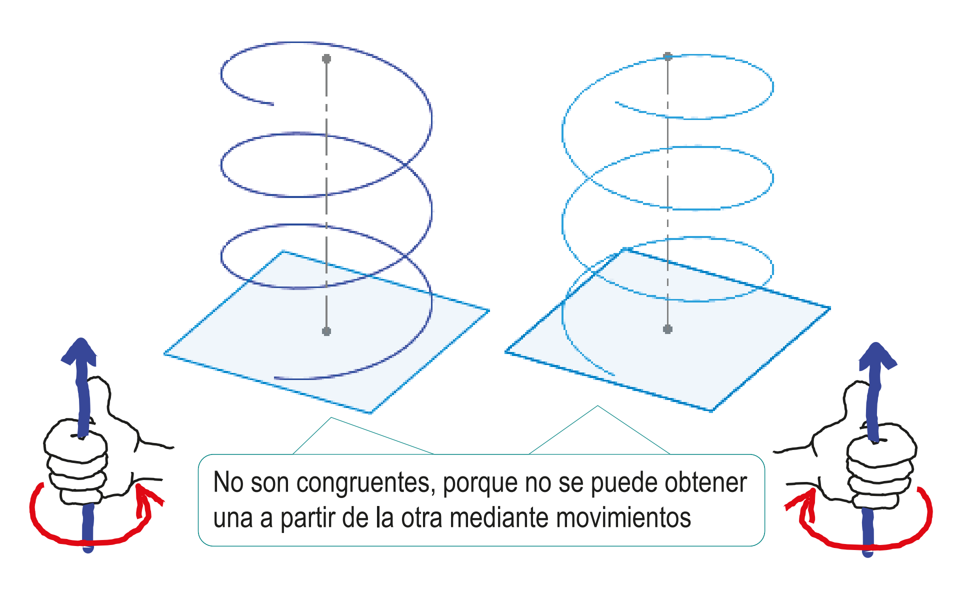
Una hélice geométrica es una curva alabeada (curva 3D) descrita por un punto sujeto a dos movimientos uniformes simultáneos:

√ Traslación en la dirección de un eje

√ Rotación alrededor del mismo eje

Se dice que las hélices se "enrollan" alrededor de su eje

Las hélices se definen como dextrógiras o levógiras, dado que el punto que se desplaza por una hélice puede girar alrededor de su eje en dos sentidos

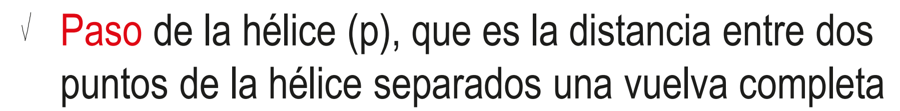


Hélices

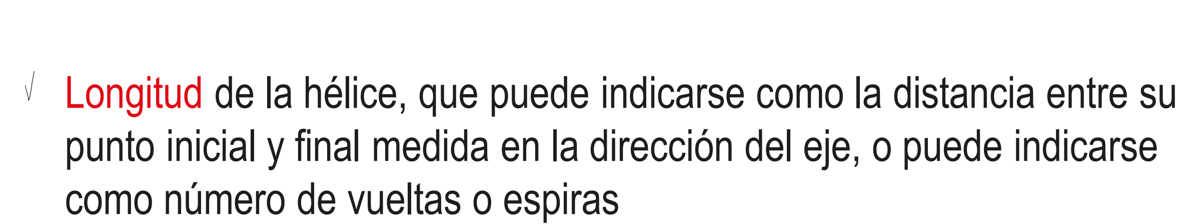
Los parámetros que definen una hélice son:

- √ Eje (e), que es la recta alrededor de la que gira el punto que se desplaza por la hélice

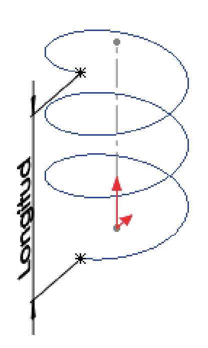
- √ Radio de la hélice (r), que es la distancia desde el eje a cualquier punto de la hélice



- √ Paso de la hélice (p), que es la distancia entre dos puntos de la hélice separados una vuelva completa



- √ Longitud de la hélice, que puede indicarse como la distancia entre su punto inicial y final medida en la dirección del eje, o puede indicarse como número de vueltas o espiras



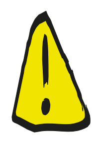
Espira es el arco de hélice comprendido entre dos puntos separados una vuelta

ISBN: 978-84-18432-81-1



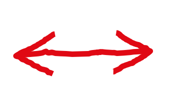
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Hélices

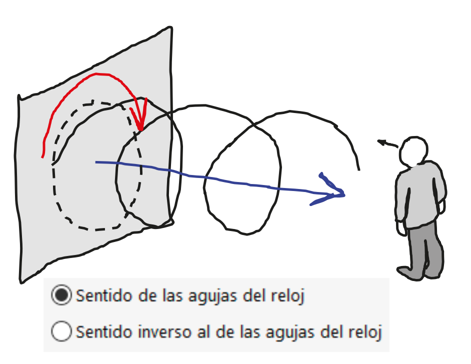


Observe que el sentido de giro de las hélices de SolidWorks depende del sentido de rotación en la circunferencia del plano base:

La hélice de la figura se obtiene girando en la circunferencia base en sentido horario…



La hélice de la figura se obtiene girando en la circunferencia base en sentido antihorario…

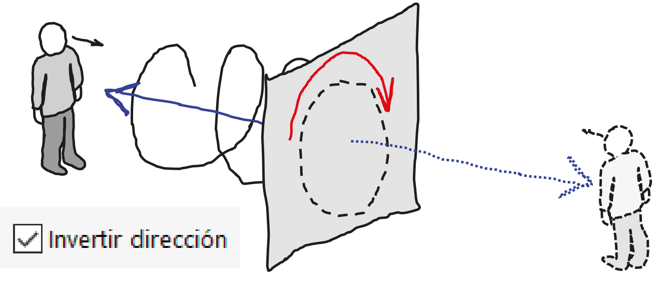


…aunque es una hélice levógira



…y es una hélice dextrógira

Además, utilizar la opción de Invertir dirección no solo cambia el sentido de desplazamiento, también el de rotación



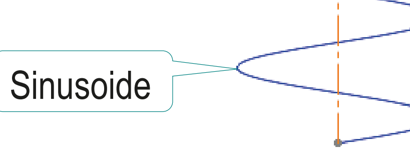
Hélices

En coordenadas cartesianas, la formulación matemática de una hélice incluye funciones trigonométricas

Por ejemplo, una hélice con eje paralelo al eje Z es como sigue:

$$\begin{cases} x(t) = x_o + r * \text{coseno}(t) \\ y(t) = y_o + r * \text{seno}(t) \\ z(t) = p/2\pi * t \\ t \in (t_0, t_1) \end{cases}$$

Lo que explica que las vistas ortográficas de una hélice sean sinusoides o circunferencias



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Hélices

Introducción

Cónicas

Hélices

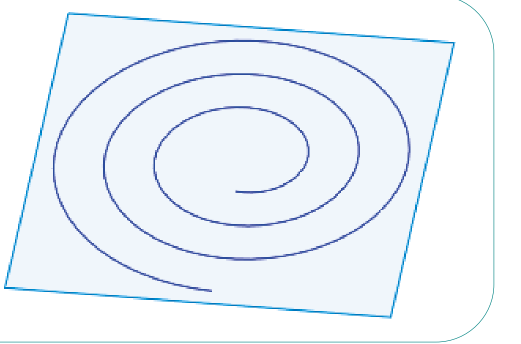
Existen otras variantes de hélice:

√ Hélices con radio variable

La hélice cónica es el caso particular en el que el radio varía linealmente

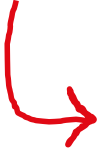
√ Hélices con paso variable

La hélice con paso nulo y radio variable se convierte en una espiral

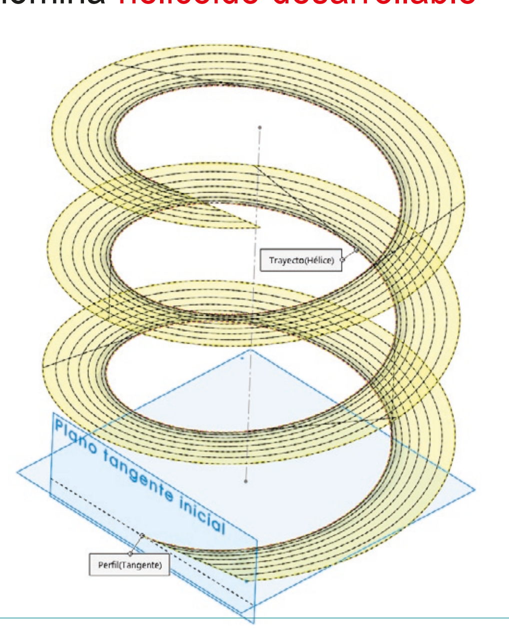


Veremos que existen superficies generadas a partir de hélices

Una propiedad de las hélices geométricas es que sus tangentes forman un ángulo constante (α) con una línea fija denominada eje, siguiendo una dirección fija en el espacio



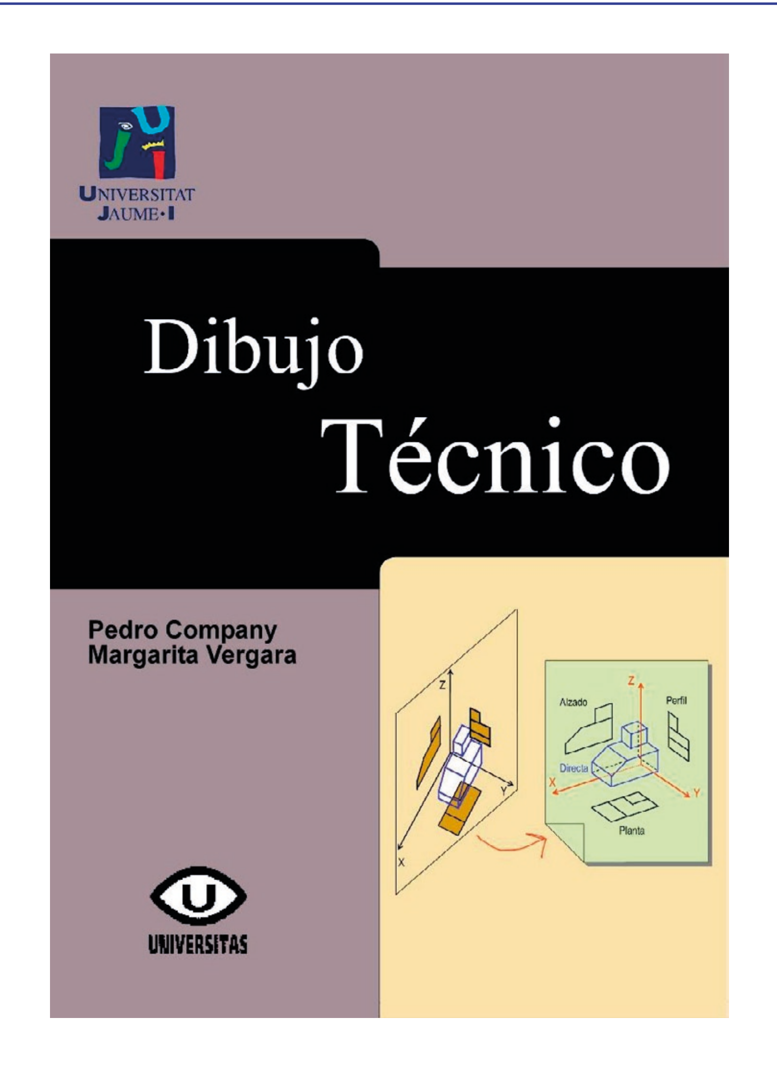
Por ello, el conjunto de todas las tangentes a la hélice constituyen una superficie que se denomina helicoide desarrollable



ISBN: 978-84-18432-81-1

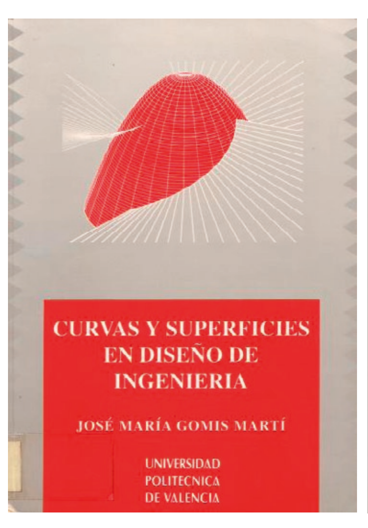
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

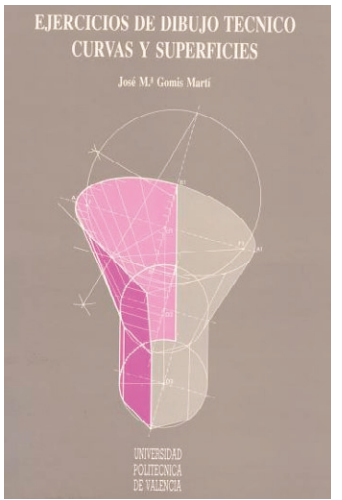
Para repasar

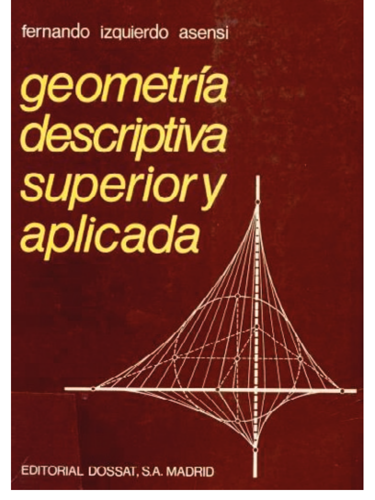


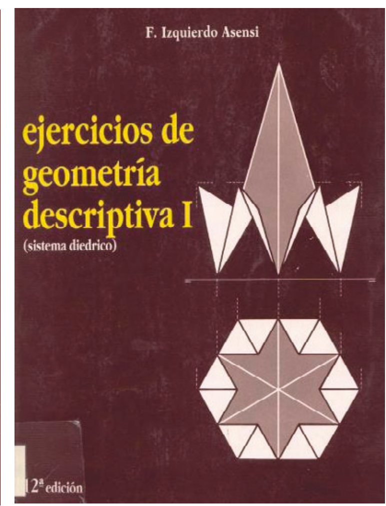


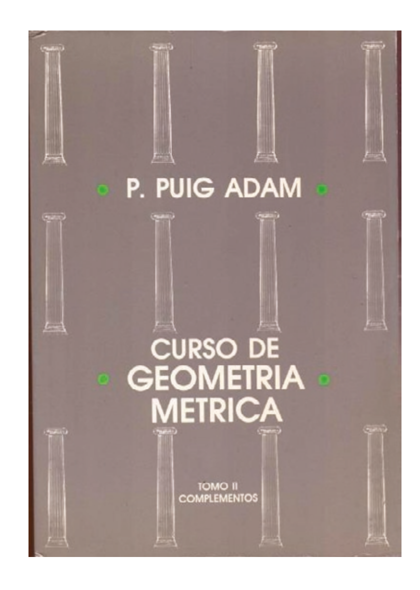
Para estudiar los fundamentos geométricos

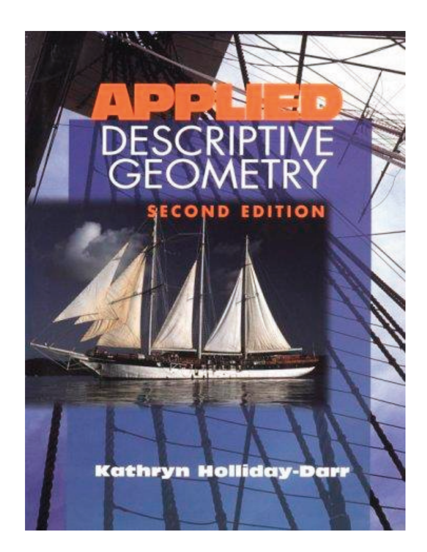


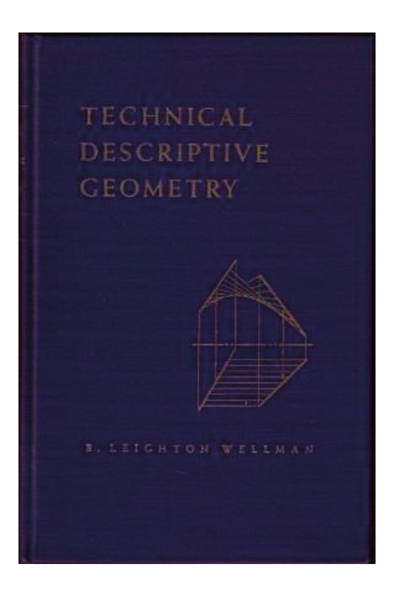












Ejercicio 1.7.1. Clip de papeles

Tarea

Tarea

Estrategia

Ejecución

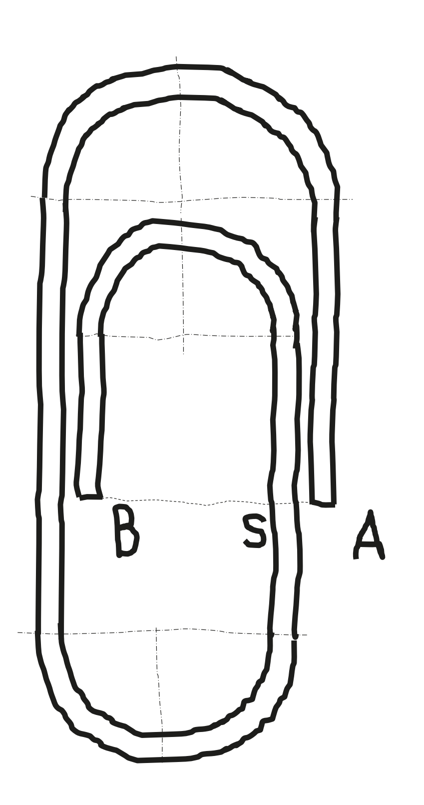
Conclusiones

El clip de papeles bocetado en la figura se define sabiendo que:

√ La forma es la mostrada en la figura

√ El tamaño se define como sigue:

- √ La longitud total es 1.2 pulgadas
- √ La anchura total es 0.4 pulgadas
- √ La longitud del lazo interior es 0.9 pulgadas
- √ La separación mínima entre alambres es 0.01 pulgadas
- √ Los extremos A y B están alineados con el punto medio del tramo recto S
- √ El diámetro del alambre es 0.04 pulgadas



Tareas:

A Obtenga el modelo sólido de la pieza

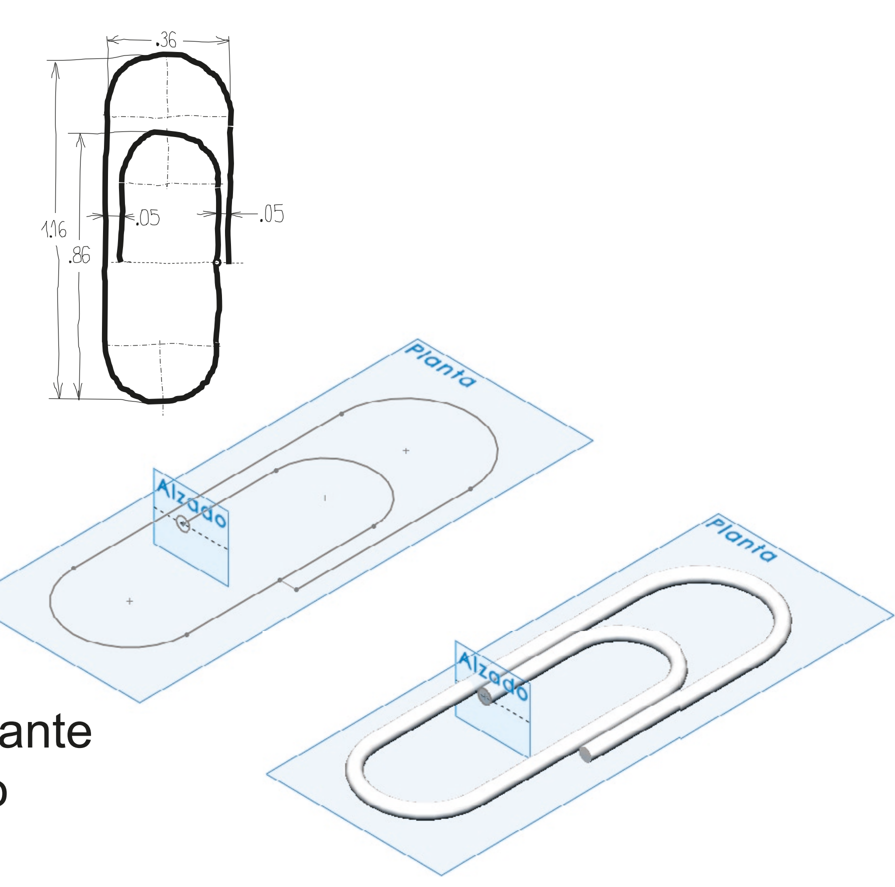
B Calcule los radios de los arcos de curvado del alambre, y su longitud total

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

1. Dibuje la línea media del clip y utilícela como trayecto
   - Croquice la forma
   - Añada las restricciones y dimensiones



2. Dibuje un círculo en un plano normal, y utilícelo como perfil

3. Obtenga el modelo mediante una operación de barrido

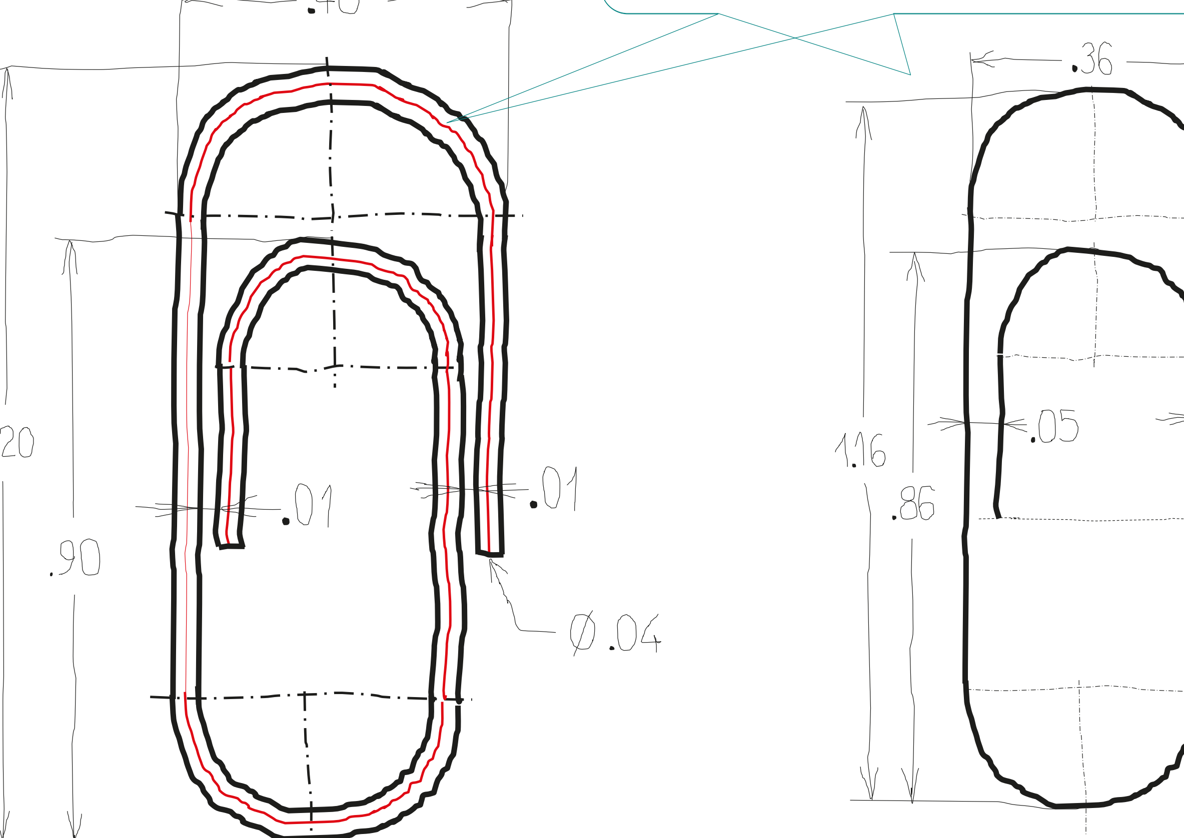
4. Use las capacidades paramétricas del bocetador para determinar mediante dimensiones auxiliares los radios pedidos

Estrategia

A partir de la información dada, puede obtener el dibujo de diseño…

…y la trayectoria de barrido

La geometría que tendría el clip reduciendo a cero el espesor del alambre es la trayectoria de la curva de barrido necesaria para generarlo



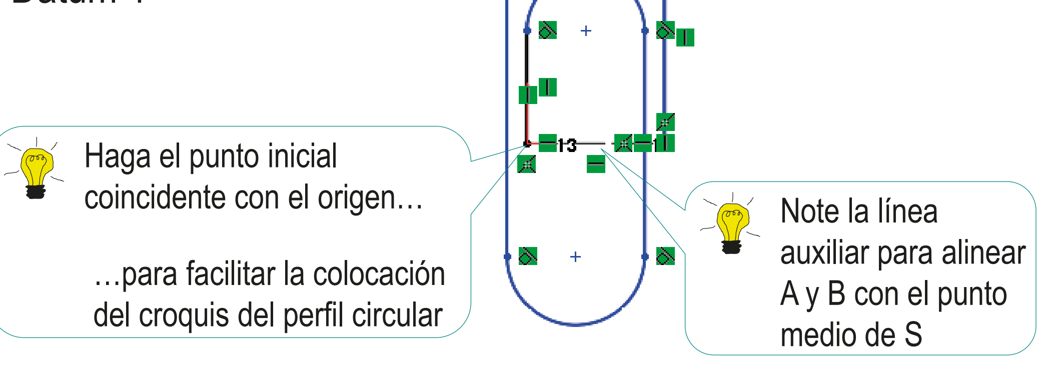
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

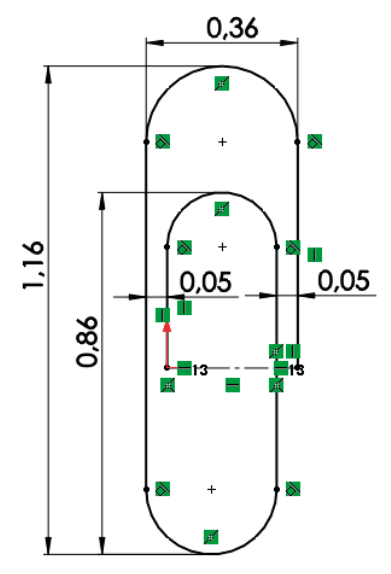
Dibuje la línea media:

√ Use la Planta como Datum 1

√ Dibuje la línea aproximada



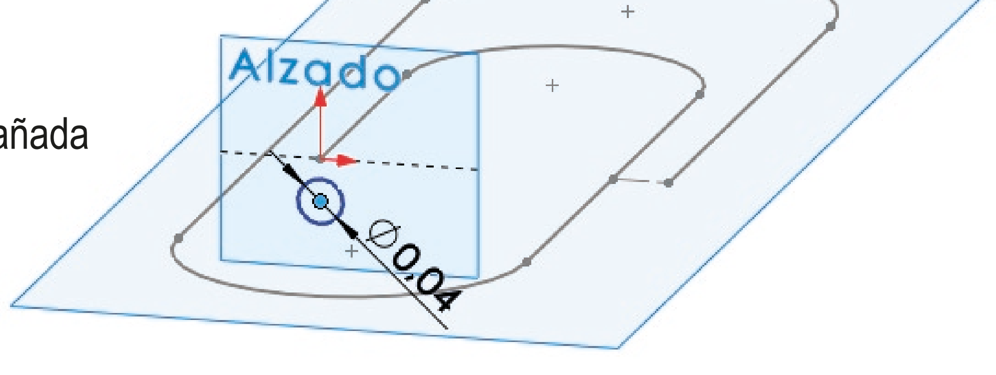
√ Añada las dimensiones



Dibuje el perfil circular:

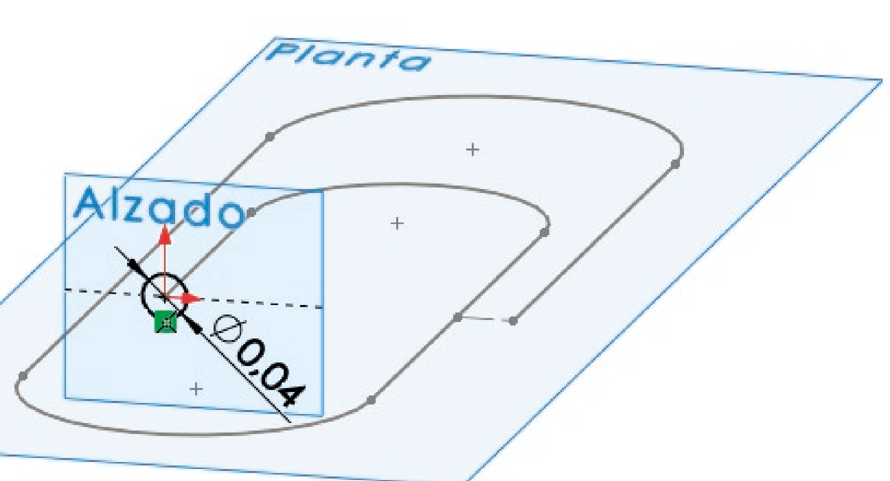
- √ Use el Alzado como Datum 2

- √ Dibuje el círculo y añada su diámetro



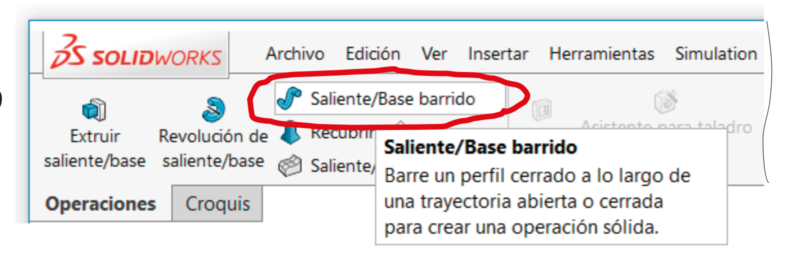
- √ Hágalo concéntrico con el origen

¡Si el perfil no es concéntrico con el trayecto, el barrido dará lugar a un modelo diferente del buscado!



Obtenga el clip barriendo el perfil a lo largo del trayecto:

√ Seleccione *Saliente/Base barrido*

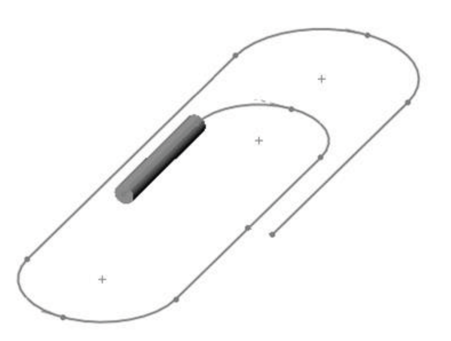


√ Seleccione el círculo como perfil

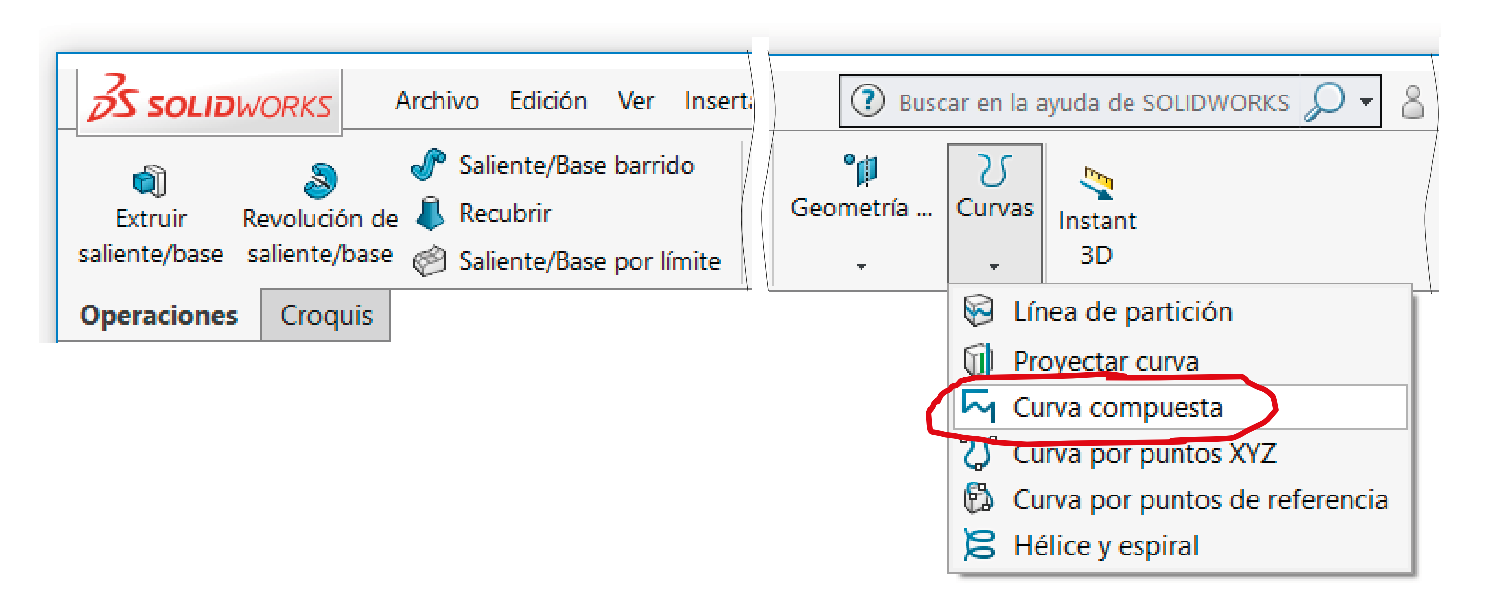
√ Seleccione la línea media como trayecto



Algunas veces, la línea compuesta del trayecto puede no ser detectada como una misma línea…



… en tales casos, use *Curva compuesta* para combinar todas las líneas en una única curva de trayecto

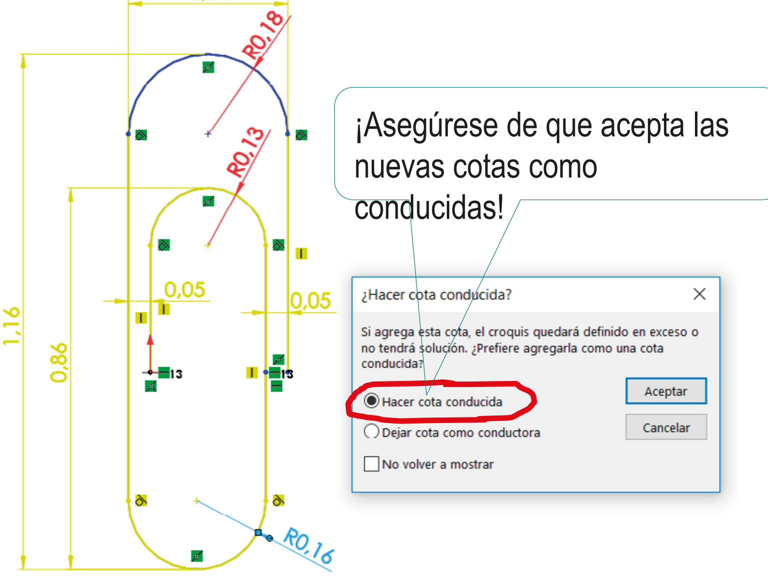


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Los radios de curvado del alambre se calculan fácilmente analizando el modelo…

…pero también se pueden calcular automáticamente, añadiendo las correspondientes cotas al croquis de la línea media



También es fácil calcular automáticamente la longitud total del trayecto

Junto con las longitudes de los tramos rectos y los radios de curvado, son los datos necesarios para fabricar el clip



Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Las curvas se pueden usar como trayectos para operaciones de barrido generalizado

2 La posición relativa entre el trayecto y el perfil es crítica…

…por lo que los datums deben escogerse cuidadosamente

3 Es posible combinar diferentes curvas para obtener una única curva compleja dentro de un mismo croquis

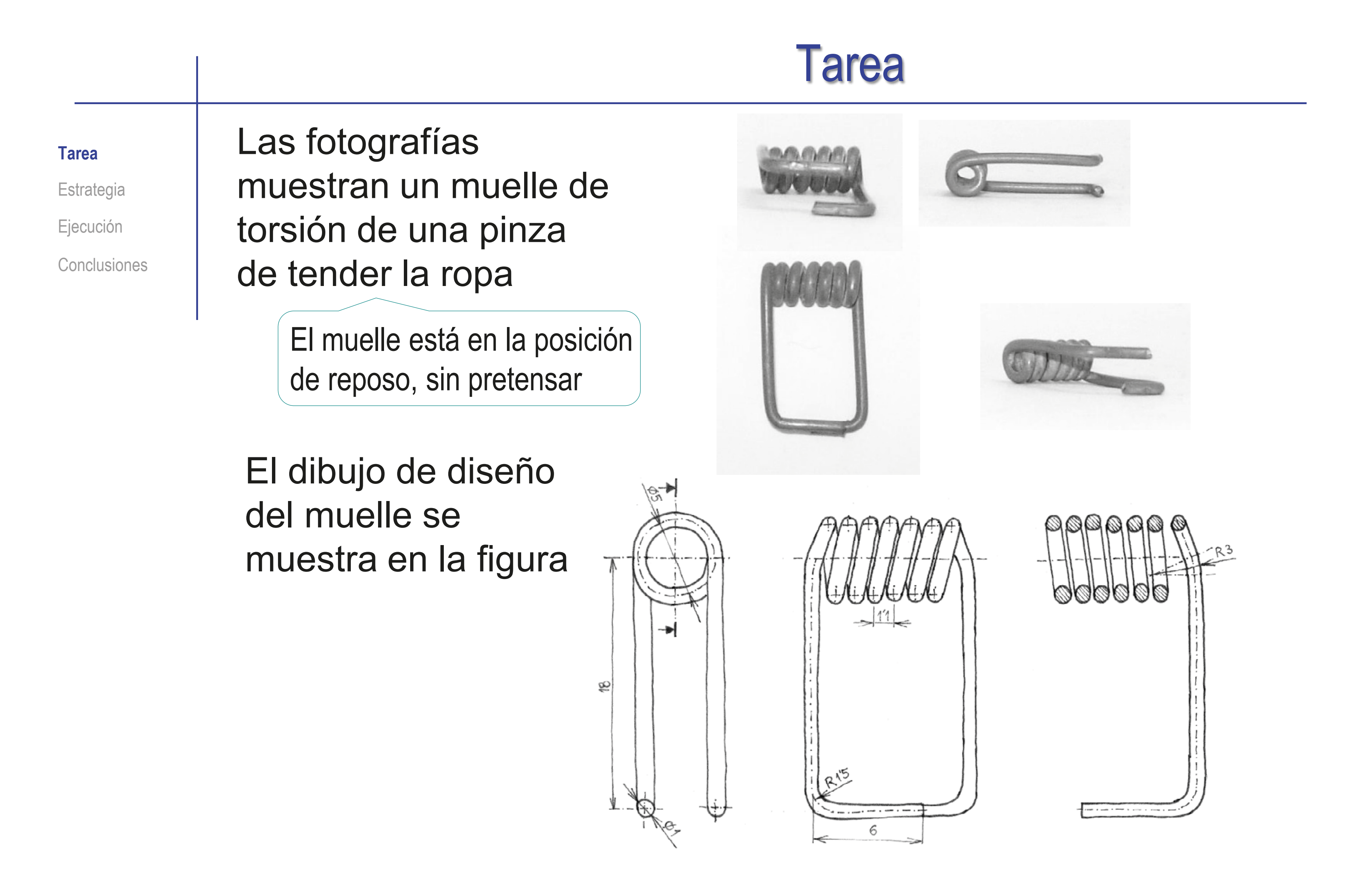
Ejercicio 1.7.2. Muelle de pinza

Tarea

Las fotografías muestran un muelle de torsión de una pinza de tender la ropa

El muelle está en la posición de reposo, sin pretensar

El dibujo de diseño del muelle se muestra en la figura



Obtenga el modelo sólido del muelle

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Se trata de un alambre de sección constante

Por tanto, los pasos para modelarlo son:

1. Obtenga la curva de la trayectoria
2. Dibuje el perfil circular en un plano perpendicular al primer punto de la trayectoria
3. Haga un barrido

La curva de la trayectoria es compleja

Conviene descomponerla en tres partes:

1. Arrollamiento helicoidal
2. Pata inicial
3. Pata final

Seis vueltas y media

Cada pata tiene un tramo de transición que no es obvio pero es muy importante

Sirve para conectar suavemente el tramo vertical de la pata con el extremo de la hélice, que no es vertical

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

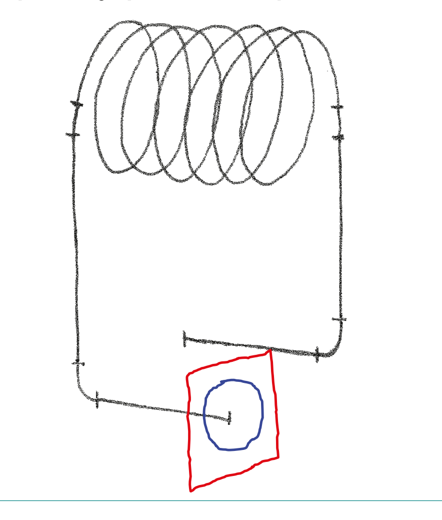
Se trata de un alambre de sección constante

Por tanto, los pasos para modelarlo son:

1 Obtenga la curva de la trayectoria

2 Dibuje el perfil circular en un plano perpendicular al primer punto de la trayectoria

Defina un plano datum perpendicular a la pata y pasando por su extremo



3 Haga un barrido

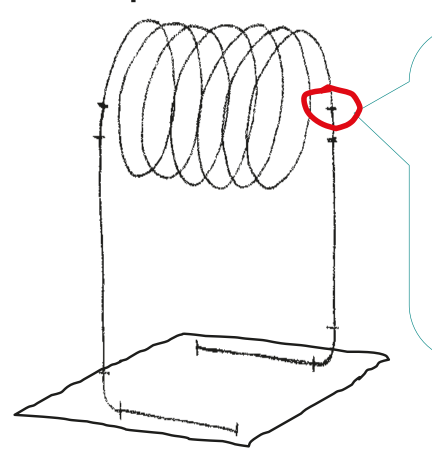
Utilice el perfil y la trayectoria para definir una operación de barrido

El barrido exige trayectoria única, así que hay que conectar las tres trayectorias en una única curva compuesta

Estrategia



Conectar los croquis de las patas al croquis de la hélice puede dar problemas…



Las restricciones deben ser:

- √ Coincidentes los extremos de la pata y la hélice
- √ Tangentes los extremos de la pata y la hélice

¡Pero se trata de restricciones entre croquis diferentes!

…porque hay que conectar curvas distintas, y una de ellas tiene una geometría compleja

¡Potencial fuente de errores de redondeo!

ISBN: 978-84-18432-81-1

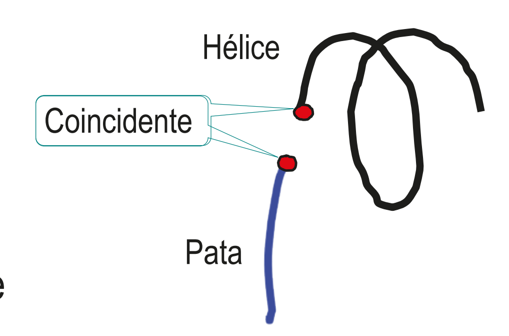
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

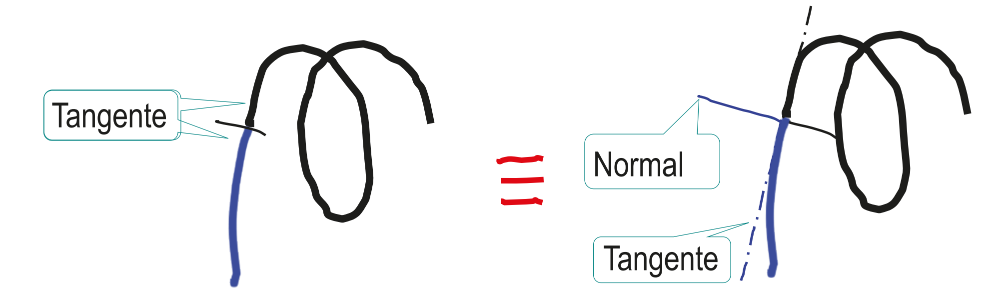
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La restricción de *Perforar* (Perforar) vincula un elemento del croquis actual con una curva externa al croquis:

- Fuerza el recálculo del punto de intersección de la curva externa con el plano de croquis de la pata
- Hace coincidente el extremo de la pata con el punto de intersección de la hélice



Si la restricción de tangencia entre curvas no funciona, haga colineales las rectas tangentes (o las rectas normales)



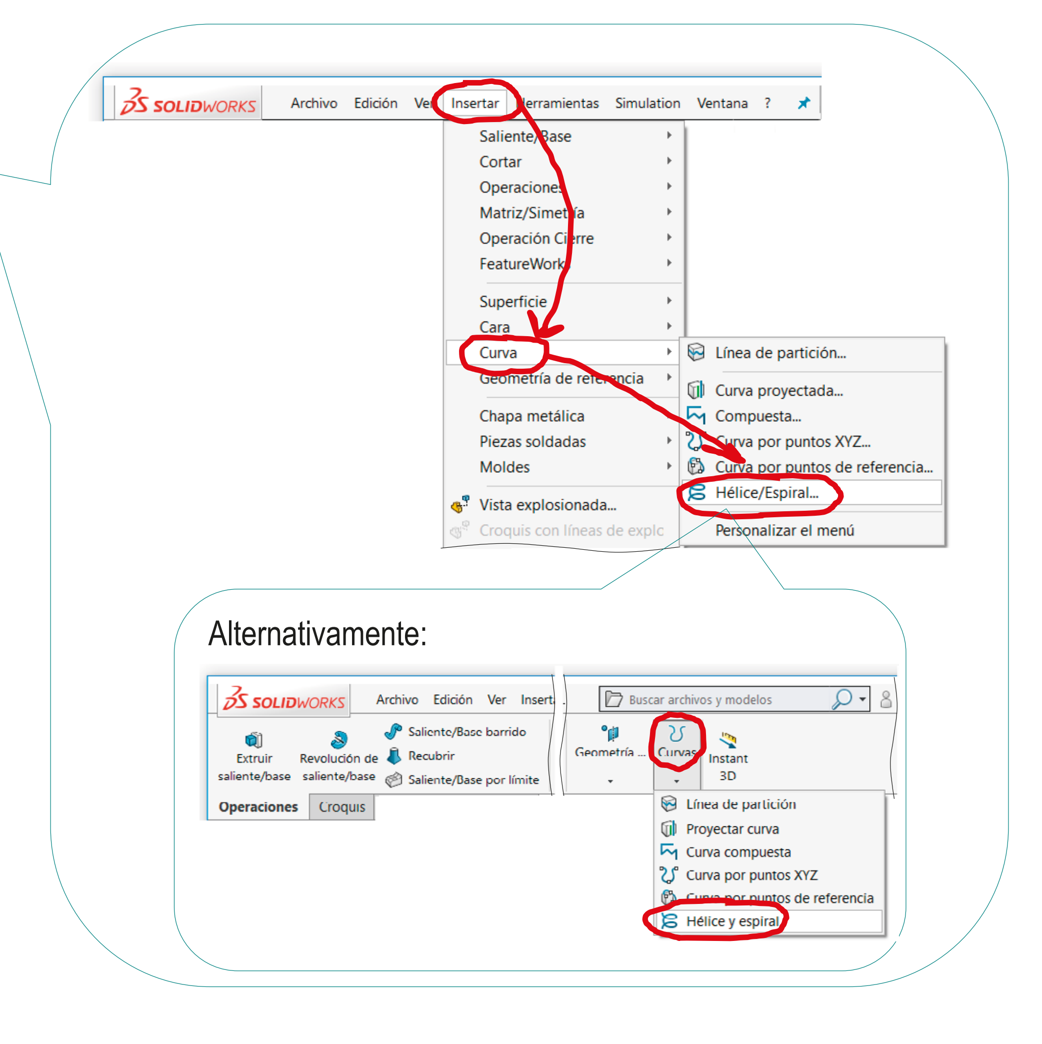
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

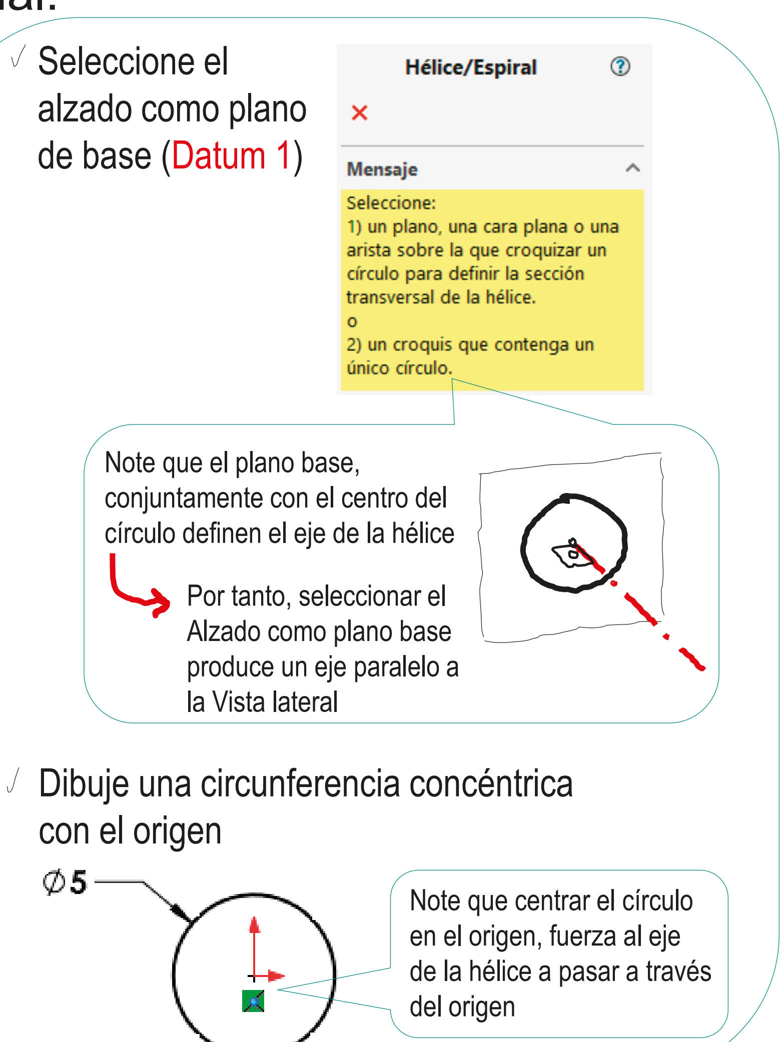
Dibuje la trayectoria helicoidal:

- Seleccione el comando de dibujar hélice
- Seleccione plano base y dibuje la circunferencia directriz
- Complete los parámetros definitorios de la hélice



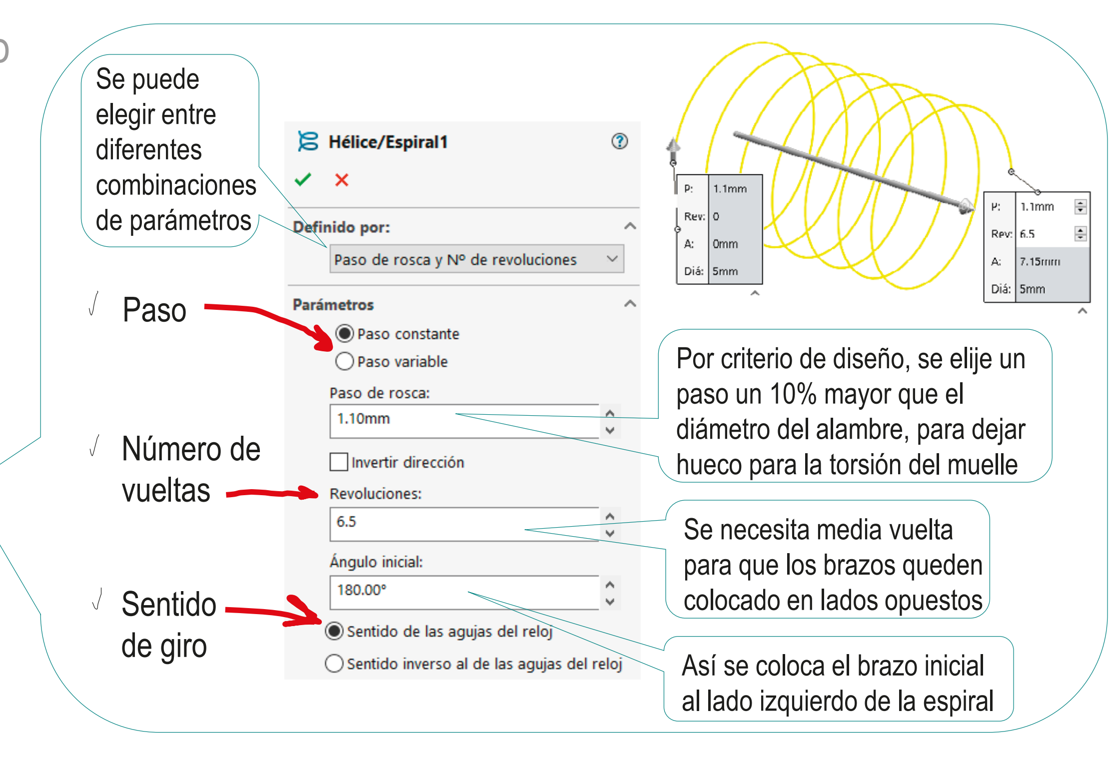
Dibuje la trayectoria helicoidal:

- Seleccione el comando de dibujar hélice
- Seleccione plano base y dibuje la circunferencia directriz
- Complete los parámetros definitorios de la hélice



Dibuje la trayectoria helicoidal:

- Seleccione el comando de dibujar hélice
- Seleccione plano base y dibuje la circunferencia directriz
- Complete los parámetros definitorios de la hélice

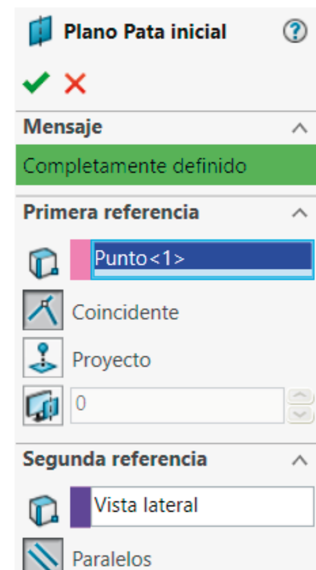


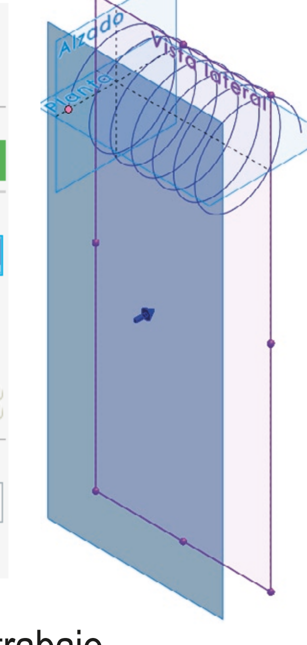
ISBN: 978-84-18432-81-1

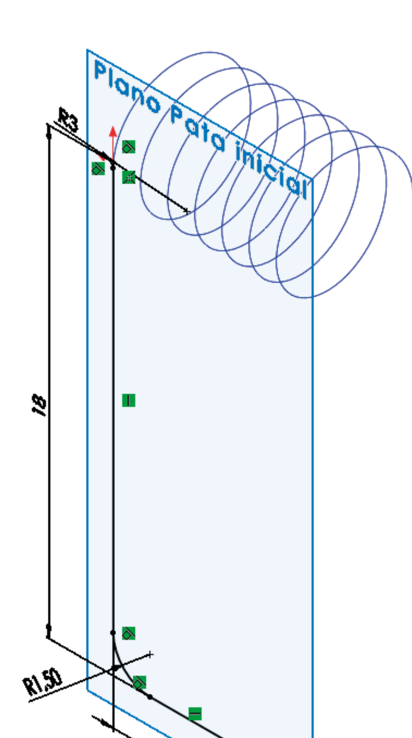
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modele la pata inicial:

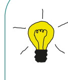
- Defina el Datum 2 como un plano:
  - que contenga al vértice inicial de la hélice
  - paralelo al plano lateral



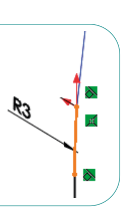




- Seleccione el Datum 2 como plano de trabajo
- Dibuje las cuatro líneas de la trayectoria de la pata
- Añada las cotas y restricciones necesarias

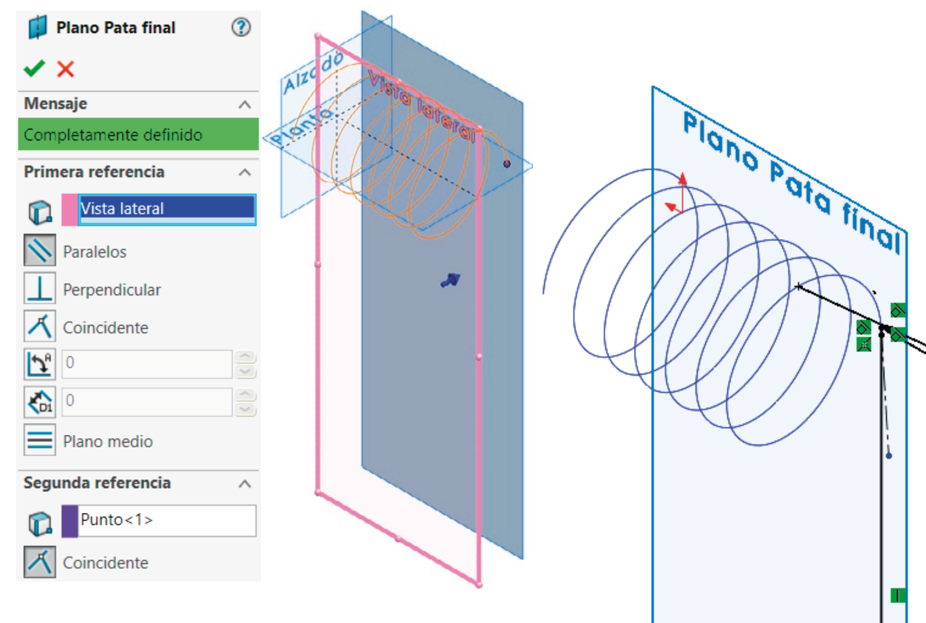


Recuerde que es importante hacer que ambas trayectorias sean tangentes, para facilitar el barrido posterior



Repita el procedimiento para modelar la pata final:

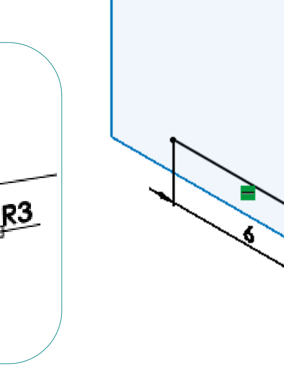
- Defina el plano de trabajo para la trayectoria de la pata final (Datum 3)



- Dibuje y restrinja la trayectoria de la pata final

Para conectar el extremo de la trayectoria con la hélice:

- Seleccione el extremo final de la pata
- Seleccione la hélice (no su extremo final)
- Seleccione *Perforar*



ISBN: 978-84-18432-81-1

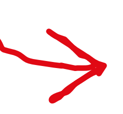
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución



El extremo de la hélice debería estar en el plano de boceto de la pata

Porque el plano de boceto de la pata se ha definido como paralelo al plano lateral y pasando por el extremo de la hélice



Pero al intentar hacer coincidente el extremo de la pata con el extremo de la hélice, puede producirse un error de redondeo en los cálculos, y el programa no identifica a ambos puntos como coplanarios



La solución es *perforar* el plano de boceto con la curva externa (en este caso la hélice), para obligar al programa a calcular ambos vértices como coplanarios



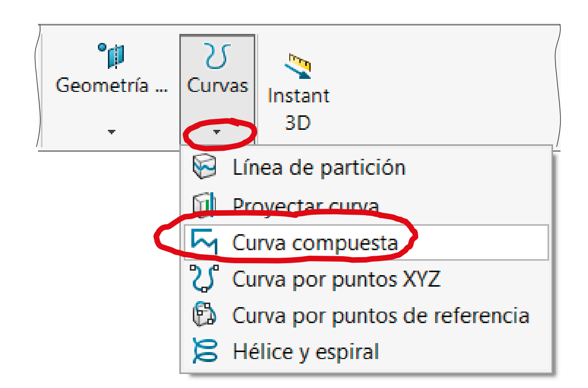
La restricción de "perforar" obliga al programa a calcular el punto de intersección exacto entre los dos elementos seleccionados

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

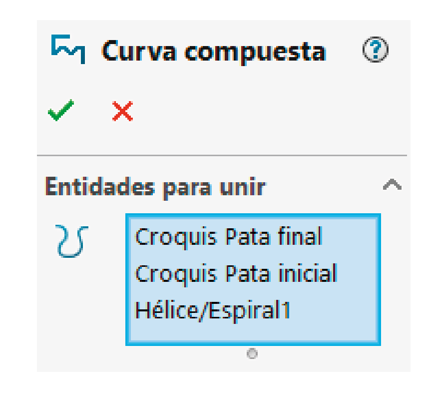
Ejecución

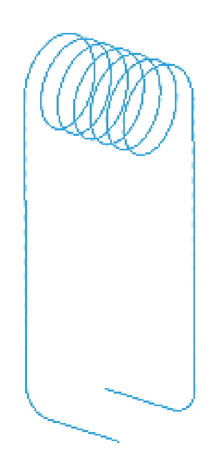
Conecte las tres trayectorias en una única curva compuesta:

√ Seleccione *Curva compuesta*



√ Seleccione las tres trayectorias





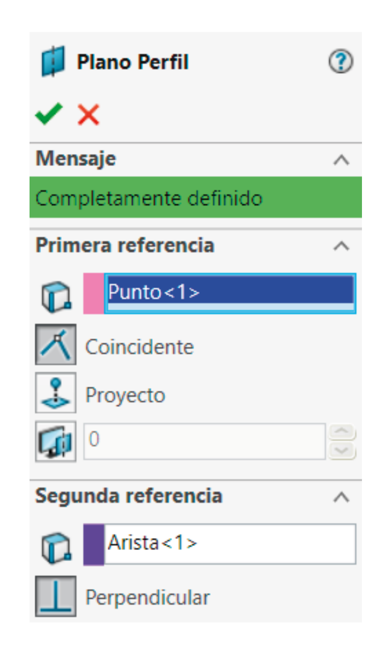
ISBN: 978-84-18432-81-1

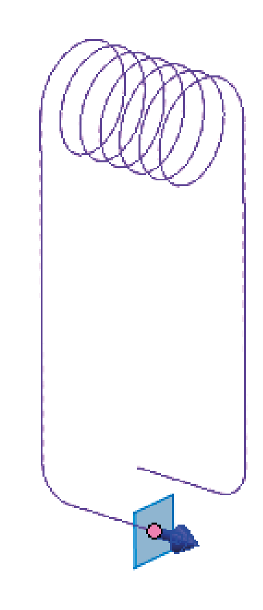
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Dibuje el perfil:

√ Defina un plano de referencia perpendicular a la trayectoria y pasando por su punto inicial (Datum 4)





√ Dibuje una circunferencia concéntrica con el punto inicial de la trayectoria

ϕ1

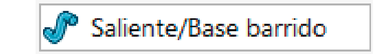
¡Alternativamente, seleccione la restricción de *Perforar*

ISBN: 978-84-18432-81-1

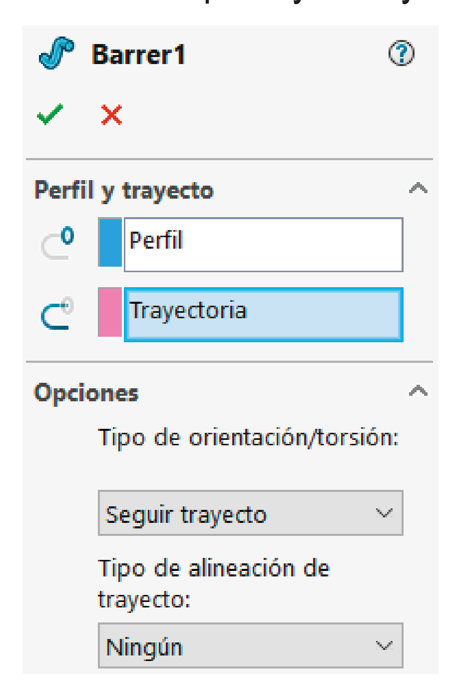
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

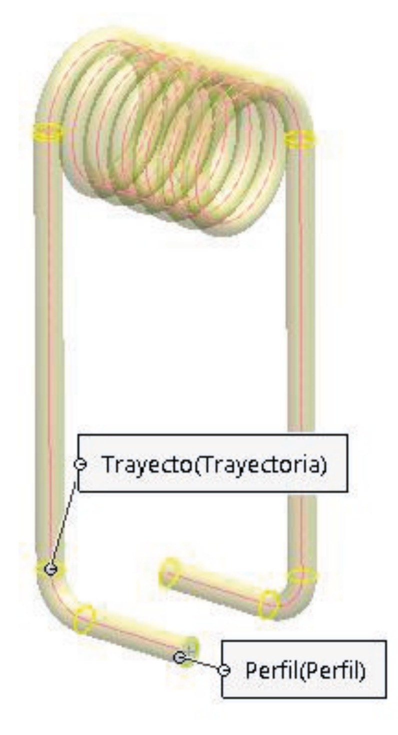
Haga el barrido:

√ Seleccione *Saliente/base barrido*



√ Seleccione el perfil y la trayectoria



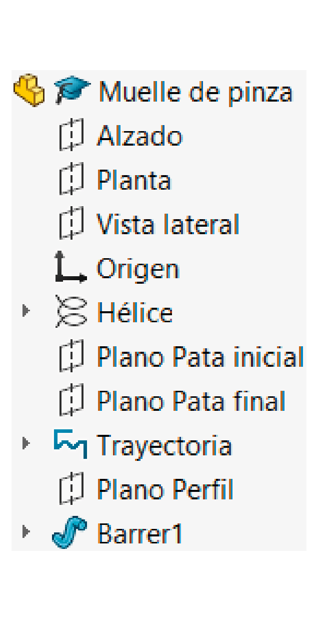


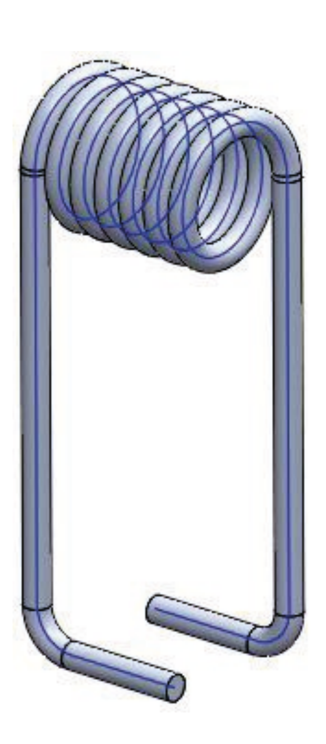
ISBN: 978-84-18432-81-1

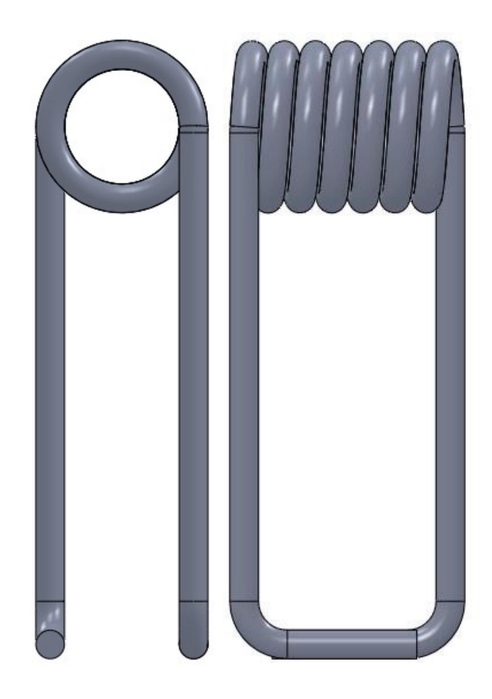
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Compruebe el resultado final







ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

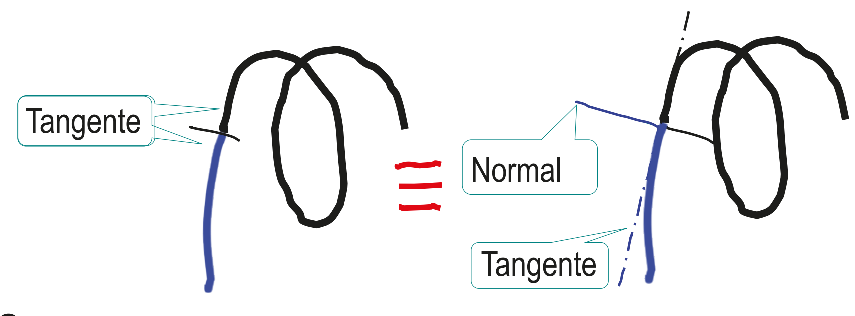
1 El ejemplo muestra como se pueden obtener piezas barridas mediante curvas de trayectoria y perfil

- ✓ Las trayectorias pueden contener curvas 3D
- ✓ Algunas curvas 3D están pre-instaladas (hélice)

2 También se observa que un tipo particular de datums es necesario para dibujar el perfil, o para conectar diferentes tramos de una pieza barrida

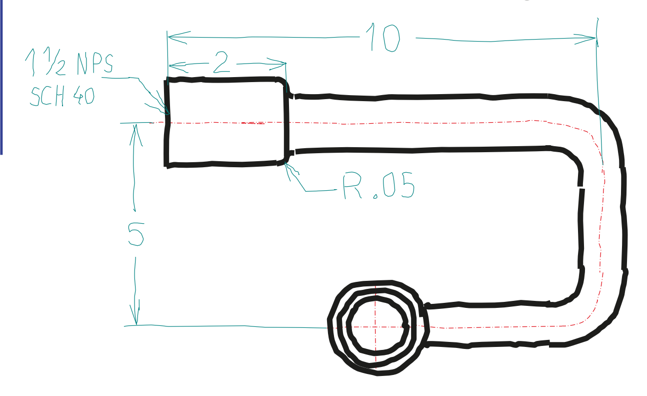
Planos perpendiculares a curvas

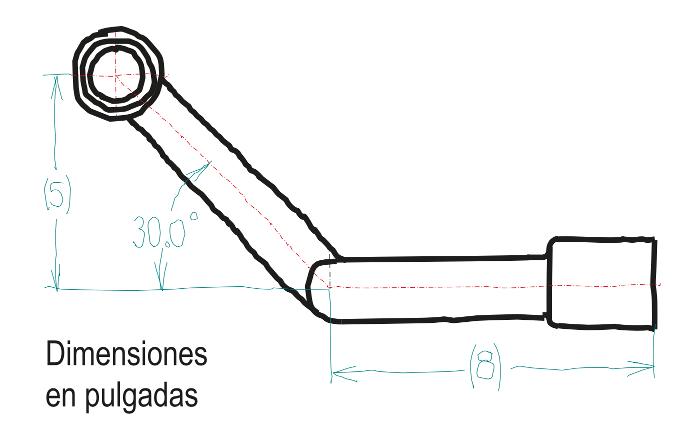
3 Cuando no se puede añadir la restricción deseada, hay que hacer una construcción geométrica, para añadir una restricción equivalente



Tarea

La manguera del radiador del motor de un coche está bocetada en la figura



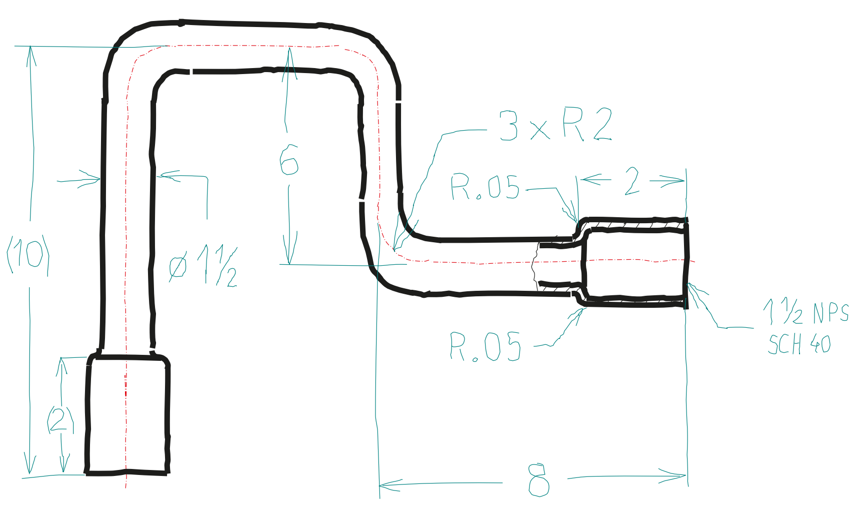


Dimensiones en pulgadas

Tareas:

A Determine los diámetros y el espesor de pared

B Obtenga el modelo sólido de la manguera



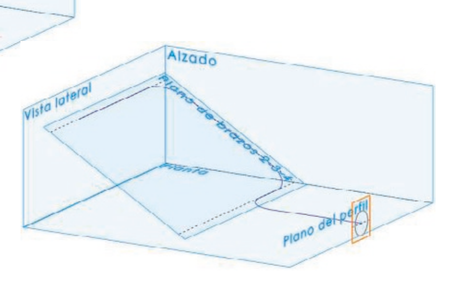
Estrategia

- Tarea
- **Estrategia**
- Ejecución
- Conclusiones

1 Busque en las normas para determinar los diámetros y el espesor de pared

2 Dibuje la línea media de la trayectoria de la manguera

- √ Descomponga la línea en tramos
- √ Dibuje cada tramo por separado



3 Dibuje un círculo perpendicular al trayecto y concéntrico con su punto inicial

4 Obtenga el tubo de la manguera mediante un barrido

5 Añada las bocas y los redondeos

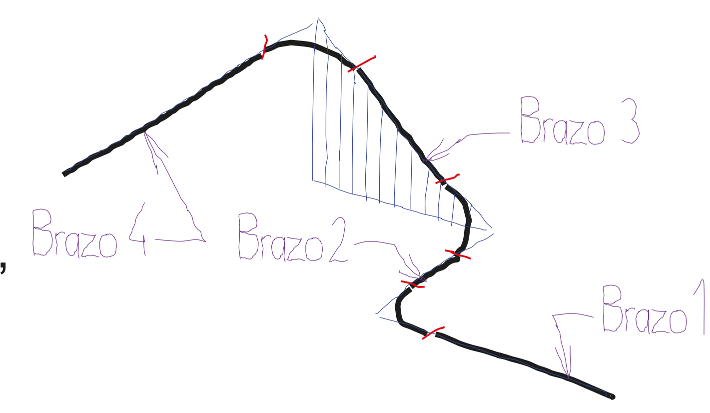
6 Use vaciado para agujerear el tubo con espesor constante



Estrategia



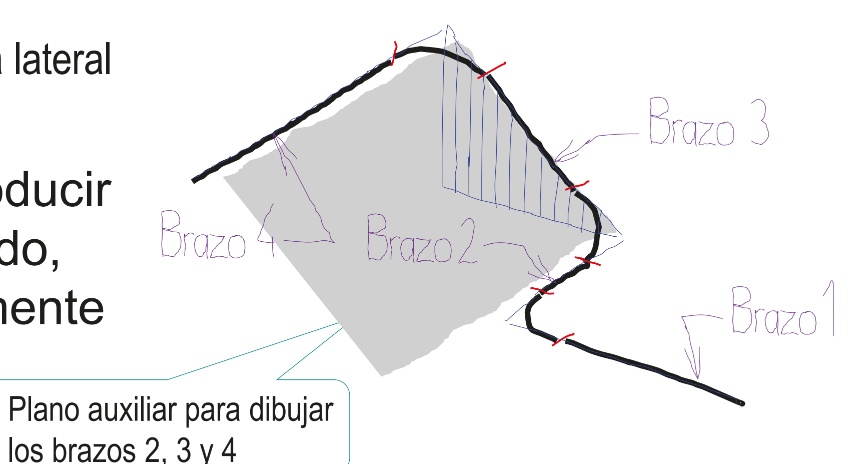
El trayecto 3D de la manguera puede segmentarse en hasta cuatro "brazos"



A falta de los tramos de enlace, los brazos pueden croquizarse como sigue:

- √ Brazos 1 and 2 in la Planta
- √ Brazo 3 en el Alzado
- √ Brazo 4 en la Vista lateral

Pero es ventajoso introducir un plano datum inclinado, para dibujar más fácilmente los enlaces



Plano auxiliar para dibujar los brazos 2, 3 y 4

ISBN: 978-84-18432-81-1

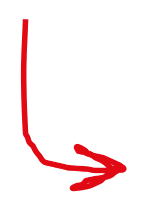
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

- La bocas de la manguera se especifican en NPS mediante dos números adimensionales
  - NPS designa el diámetro exterior
  - Schedule (Sched. or Sch.) designa el espesor de pared

Nominal Pipe Size (NPS) es un conjunto de normas usado para designar el diámetro exterior y el espesor de pared de una tubería de tamaño dado

Extrañamente, sus valores no pueden calcularse, porque no hay nada en una tubería de 1½" que mida 1½"

Las medidas han evolucionado en el tiempo, porque la metalurgia ha permitido fabricar paredes más delgadas, y el diámetro interior ha aumentado, en lugar de reducir el diámetro exterior (simplemente para mantener los ajustes preexistentes)



Buscando en tablas encontramos:

Nominal	O.D. (Inches)	PIPE SCHEDULES, WALL THICKNESS (Inches)															
		5s	5	10s	10	20	30	40s & Std	40	60	80s & E.H.	80	100	120	140	160	Dbl. E.H. (XXH)
1	1.315	.065	.065	.109	.109			**.133**	.133		**.179**	.179				.250	**.358**
1 1/4	1.660	.065	.065	.109	.109			**.140**	.140		**.191**	.191				.250	**.382**
1 1/2	1.900	.065	.065	.109	.109			**.145**	.145		**.200**	.200				.281	**.400**

1½ NPS SCH 40 →
1.900" OD (Outside Diameter)
0.145" wall
1.610" internal diameter

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

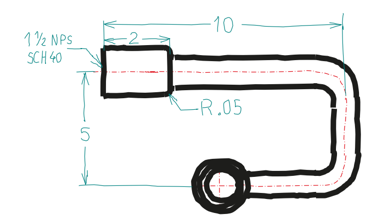
Tarea

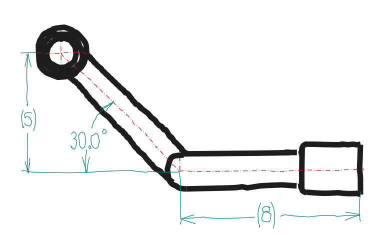
Estrategia

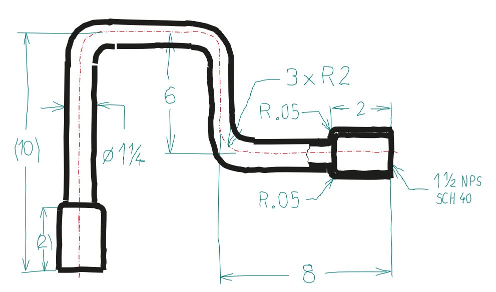
Ejecución

Conclusiones

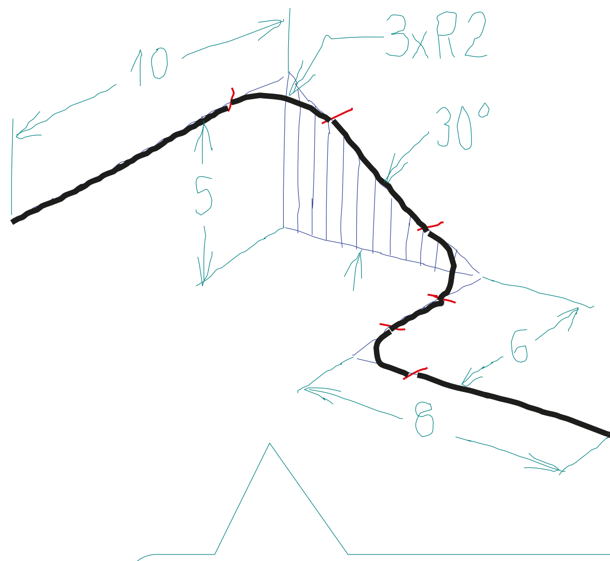
2 Use las cotas de la manguera de radiador…







…para calcular la línea media





Note el uso de la norma ISO 6412-2:1989 para dibujar esquemáticamente la tubería en representación axonométrica

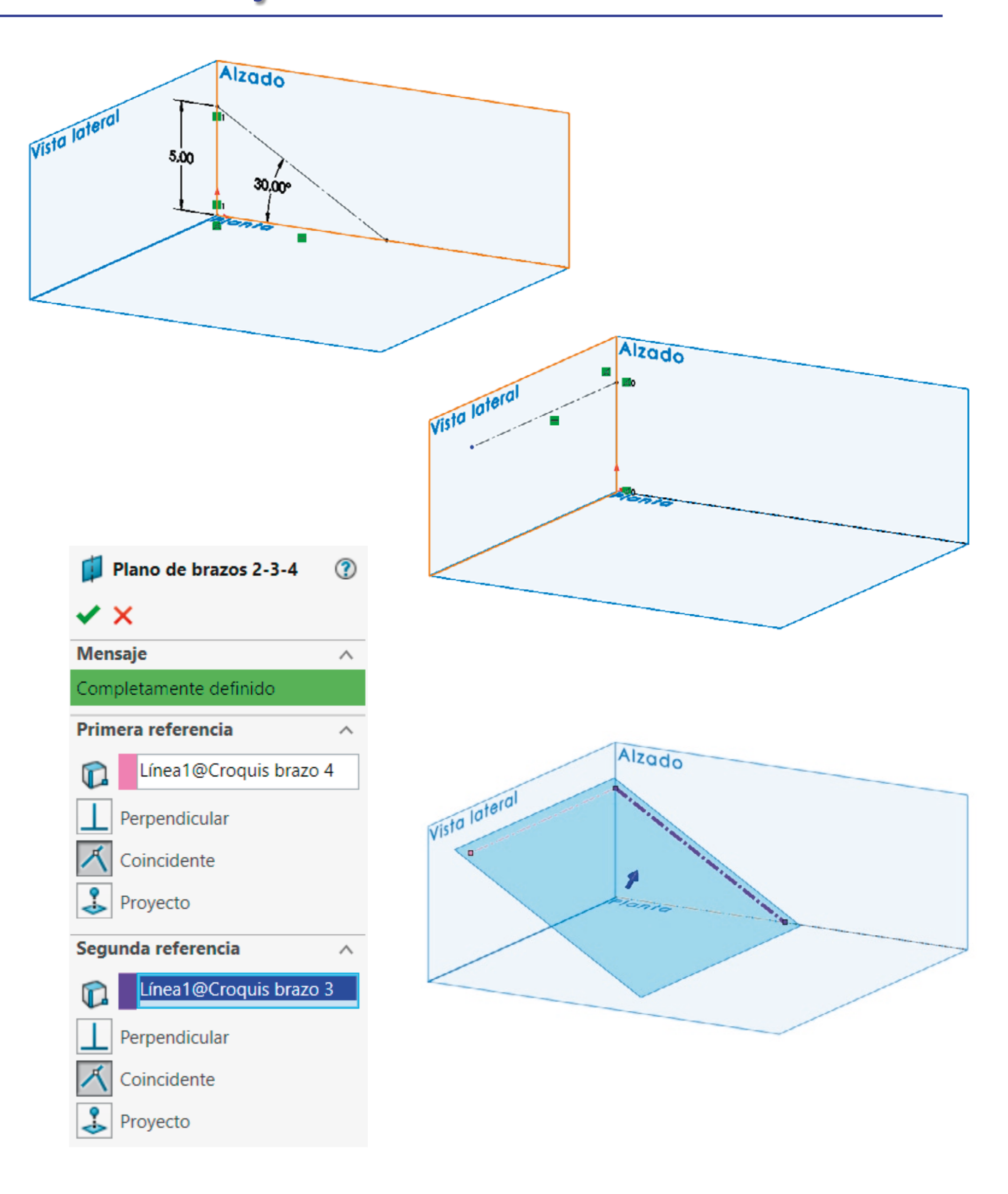
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Dibuje el trayecto:

- √ Use el Alzado (Datum 1) para croquizar el brazo 3 del trayecto
- √ Use la Vista lateral (Datum 2) para croquizar el brazo 4 del trayecto
- √ Use los croquis de los brazos 3 y 4 para definir un plano para los brazos 2-3-4 (Datum 3)



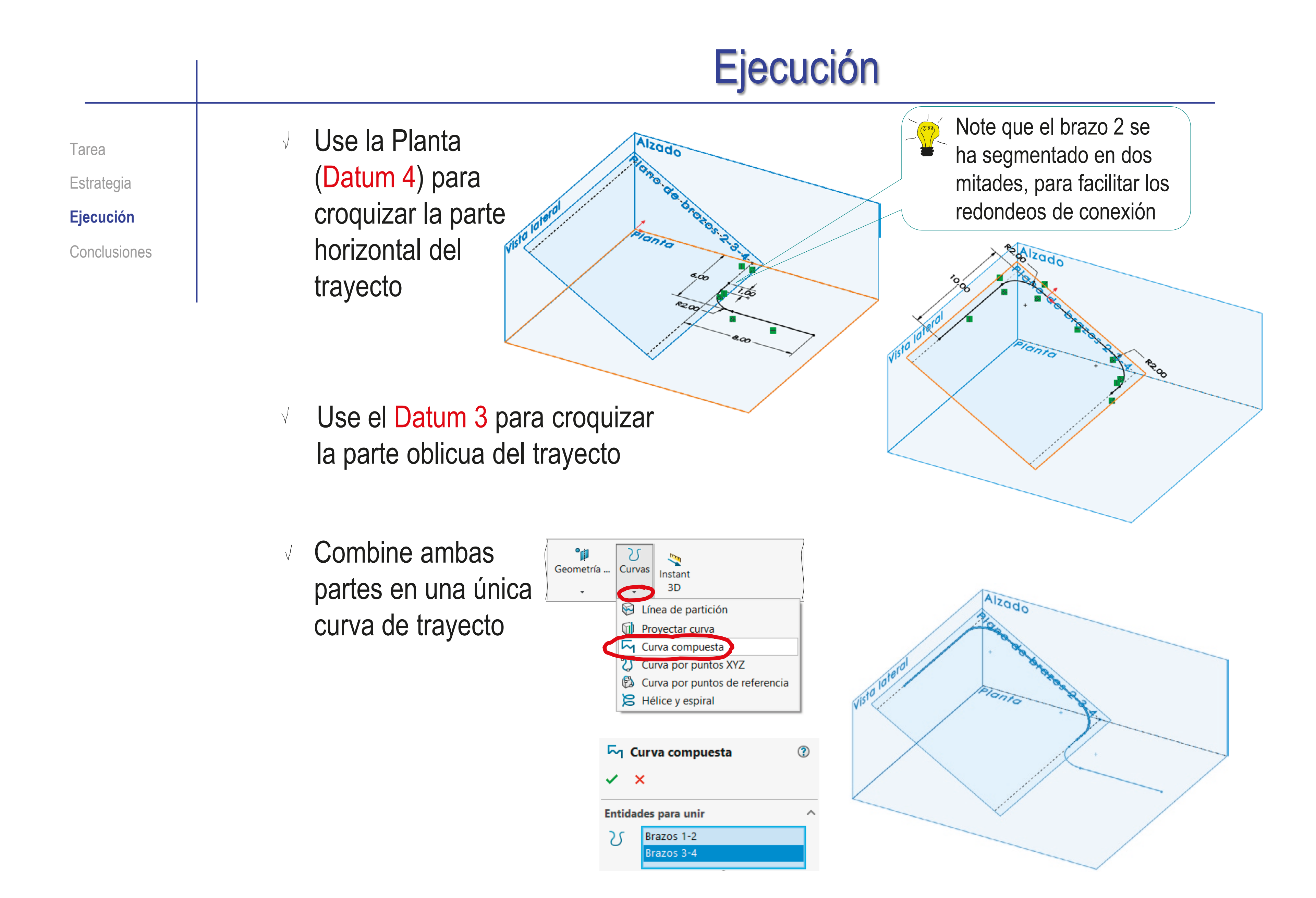
Ejecución

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones



√ Use la Planta (Datum 4) para croquizar la parte horizontal del trayecto

Note que el brazo 2 se ha segmentado en dos mitades, para facilitar los redondeos de conexión

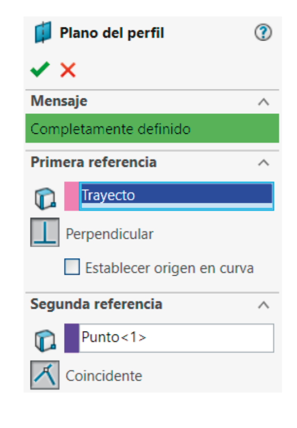
√ Use el Datum 3 para croquizar la parte oblicua del trayecto

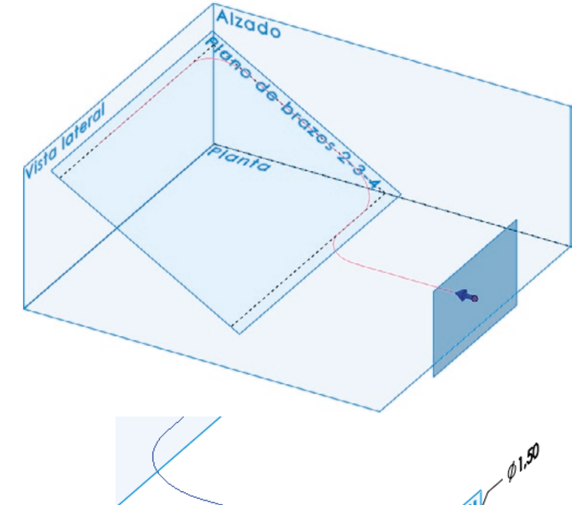
√ Combine ambas partes en una única curva de trayecto

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

3 Dibuje el perfil:

√ Defina un plano perpendicular al trayecto y pasando por su punto inicial (Datum 5)





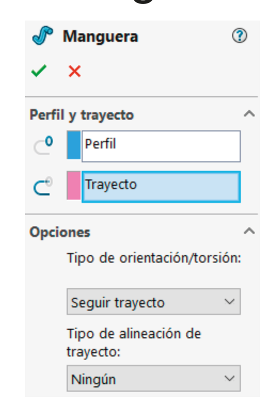
√ Croquice un círculo y restríjalo

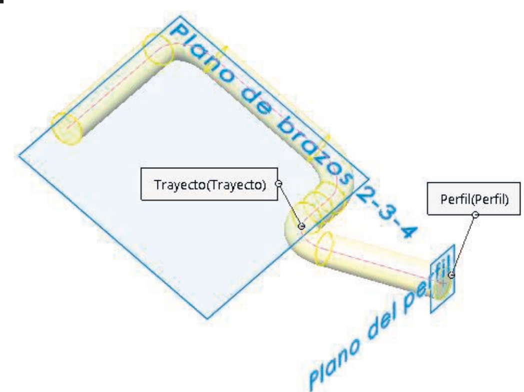
4 Obtenga el cuerpo de la manguera por barrido:

√ Seleccione *Saliente base/barrido*

√ Seleccione el círculo como perfil

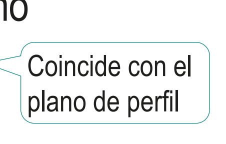
√ Seleccione la línea media como trayecto





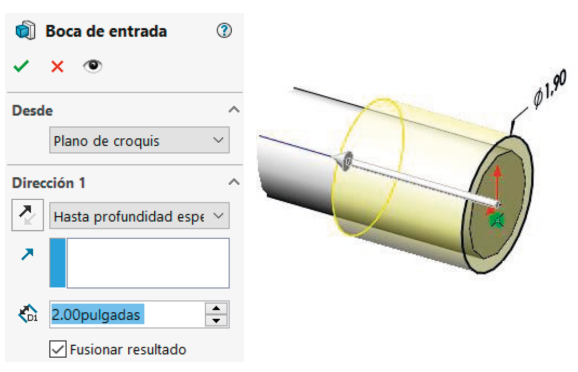
5 Añada las bocas y sus redondeos:

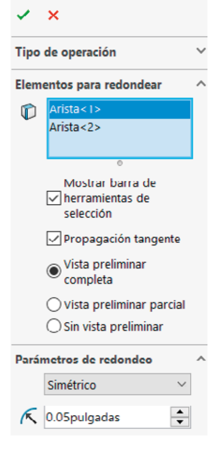
√ Seleccione al vuelo la cara circular del extremo de entrada (Datum 6)

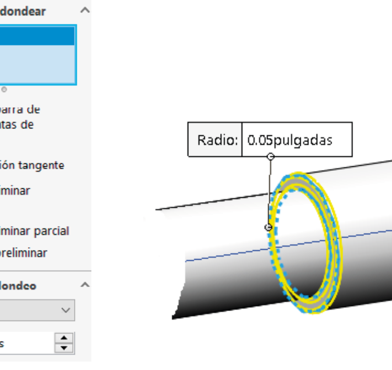


√ Dibuje un círculo y hágalo concéntrico con el tubo

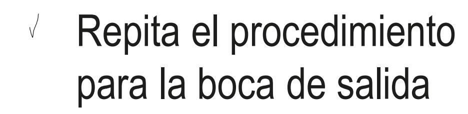
√ *Extruya*







√ Añada los redondeos



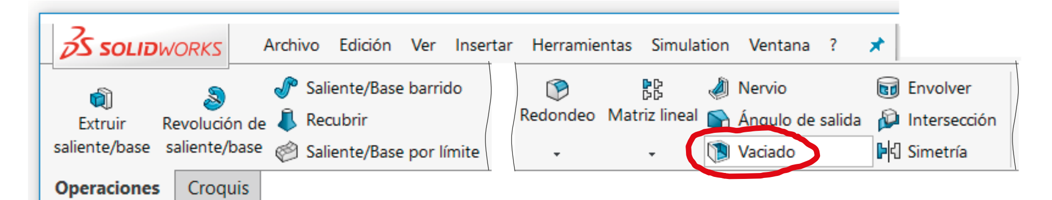
√ Repita el procedimiento para la boca de salida

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

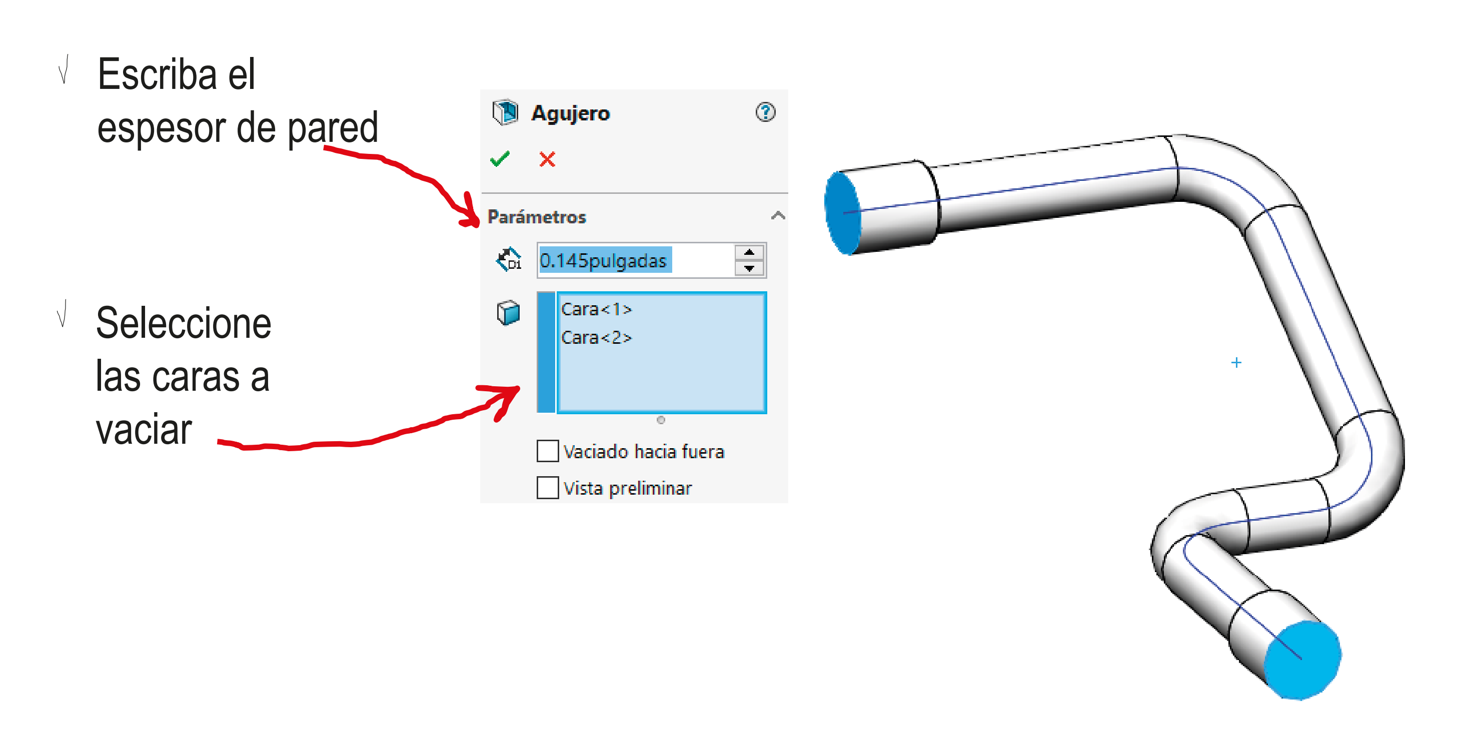
6 Use *Vaciado* para convertir el sólido en una cáscara, garantizando el espesor constante:

√ Seleccione *Vaciado*



√ Escriba el espesor de pared

√ Seleccione las caras a vaciar



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Las curvas 3D se pueden usar como trayectos para operaciones de barrido complejas

2 Los trayectos 3D complejos se pueden definir agrupando tramos de curvas más simples

3 El vaciado es una forma fácil de obtener cáscaras de espesor constante, a partir de superficies complicadas

Capítulo 1.8. Modelado mediante superficies

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Capítulo 1.8. Modelado mediante superficies

Introducción

Una superficie es una **frontera** que separa dos regiones en el espacio

Las superficies teóricas son útiles para algunos procesos de diseño

La tela de un globo es similar a una superficie teórica, que separa el aire caliente del frio

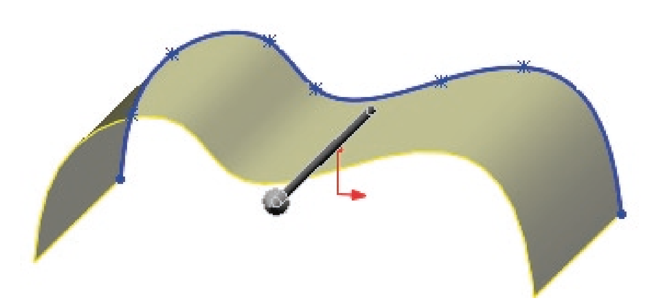
En diseño también se utilizan cuerpos de poco espesor (**láminas**) que se asemejan a superficies



ISBN: 978-84-18432-81-1

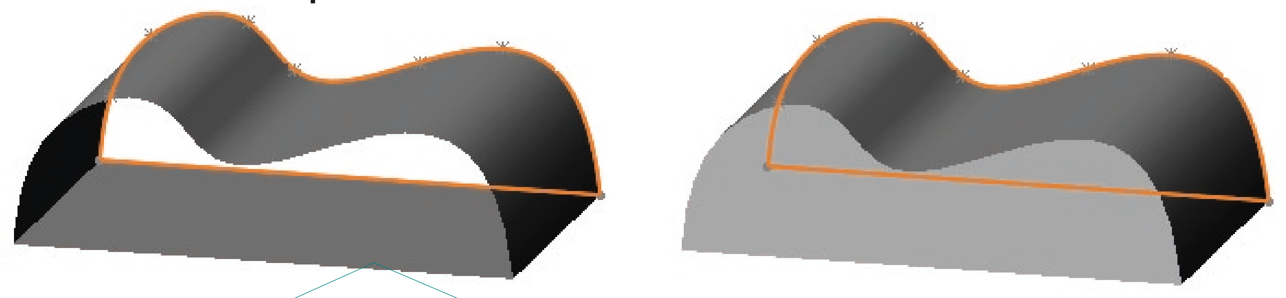
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

El barrido de un perfil abierto genera una superficie *procedural*



La superficie se integra en el árbol del modelo, y se puede gestionar mediante parámetros

El barrido de un perfil cerrado puede generar tanto una superficie como un sólido



La mayoría de aplicaciones CAD permiten que el usuario determine si el resultado del barrido es un sólido o una lámina

ISBN: 978-84-18432-81-1

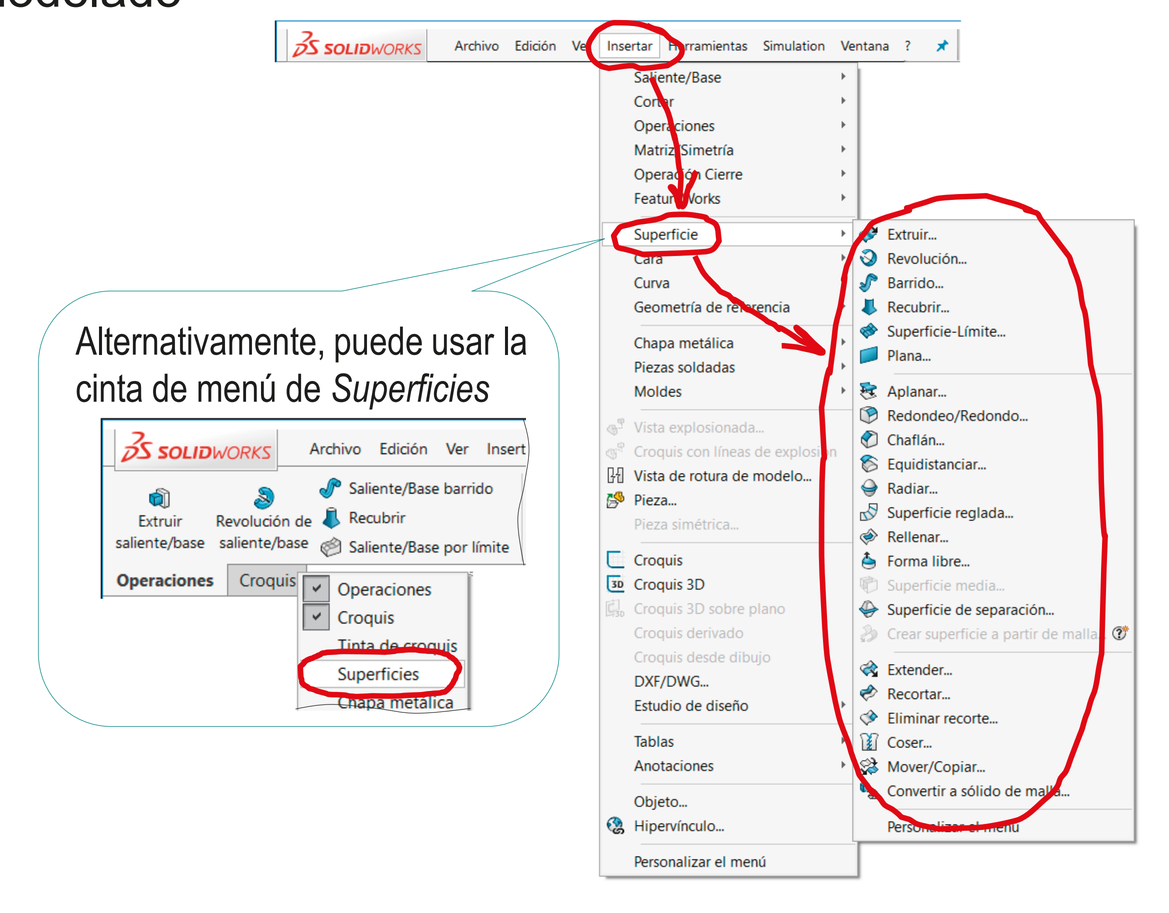
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción

Introducción
Cáscara
Barrido
Parches
Acuerdos
Explícitas

Existen operaciones específicas para generar superficies procedurales, que simplifican el proceso y evitan posibles comportamientos imprevisibles de los comandos genéricos de modelado

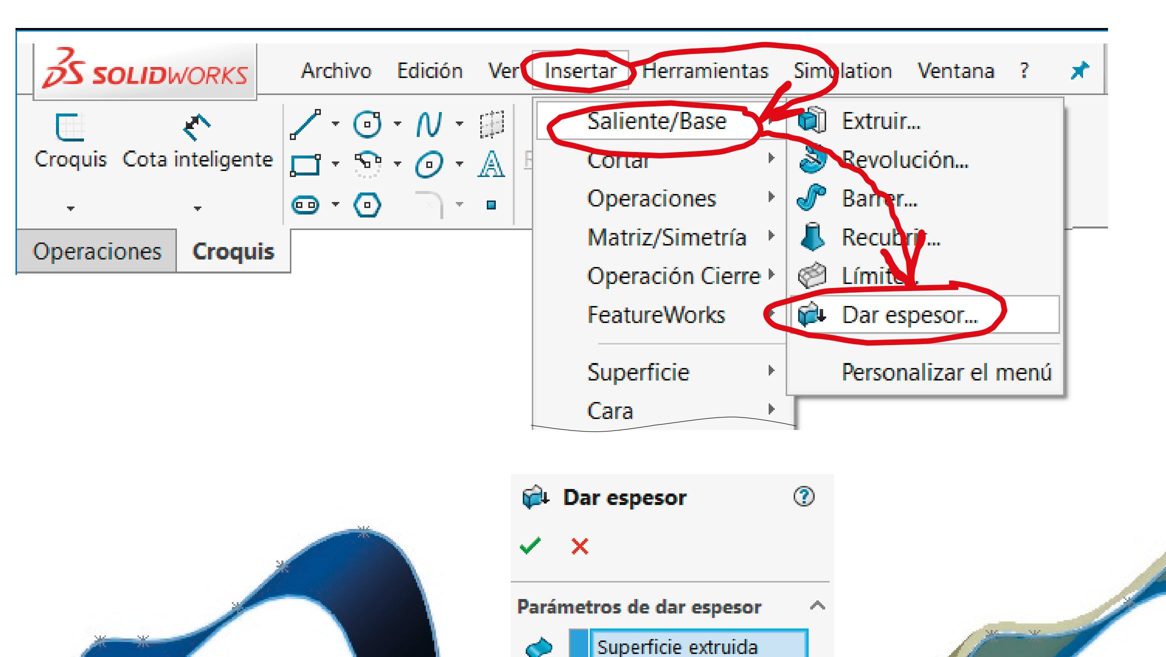


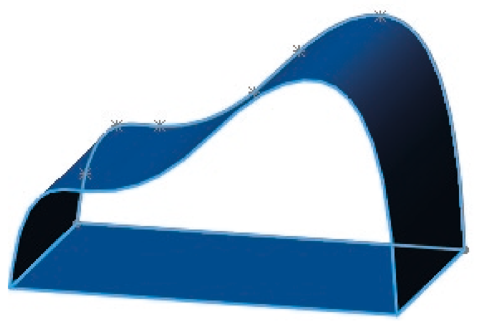
ISBN: 978-84-18432-81-1

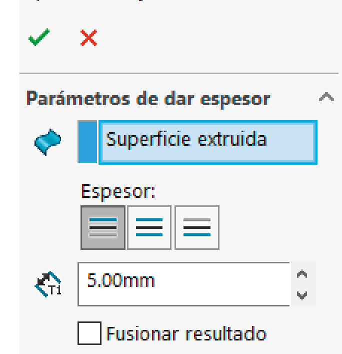
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

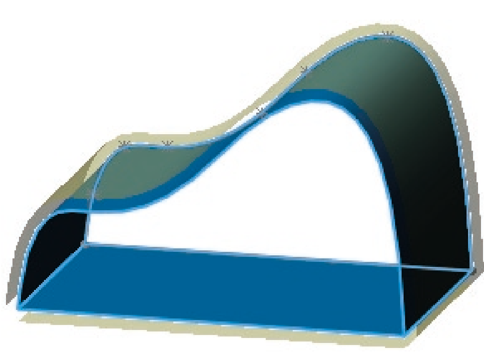
Modelado de cáscaras

Las superficies teóricas se pueden convertir en cáscaras, asignando un espesor





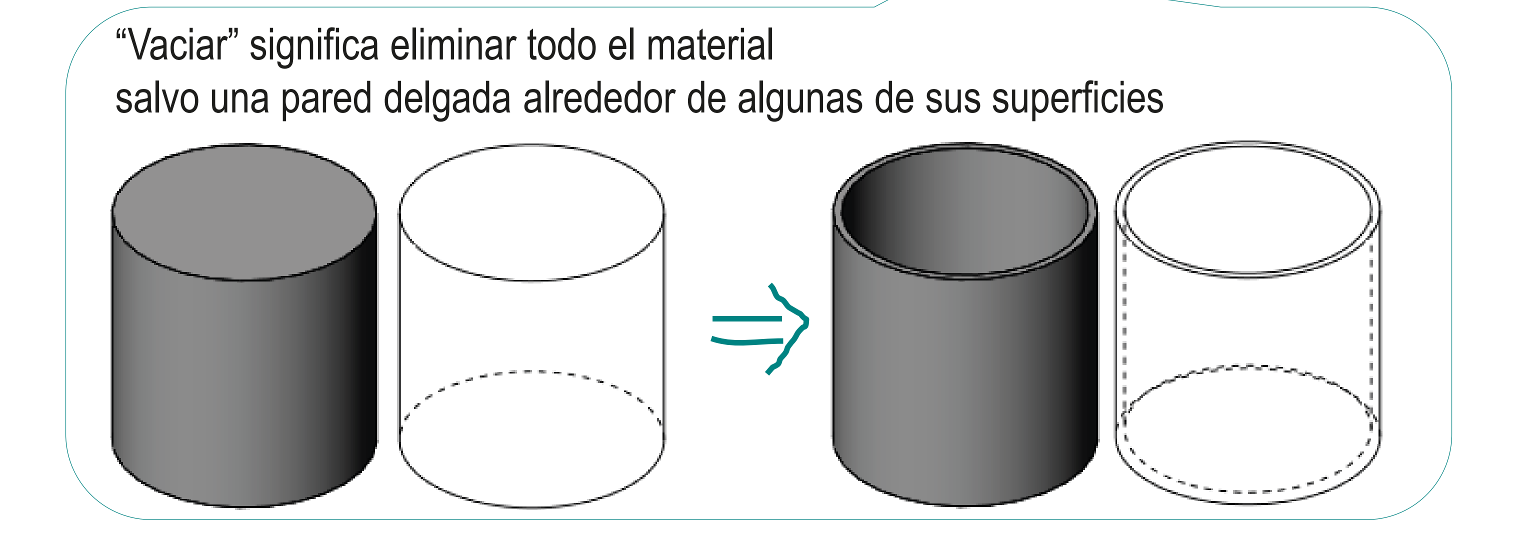




Modelado de cáscaras

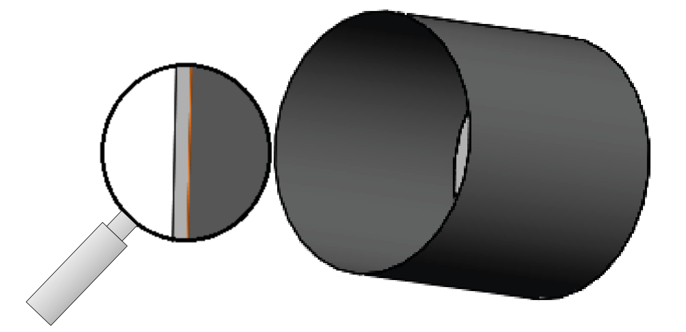
Otro método práctico de generación de cuerpos de poco espesor es construir un cuerpo sólido y vaciarlo

"Vaciar" significa eliminar todo el material salvo una pared delgada alrededor de algunas de sus superficies



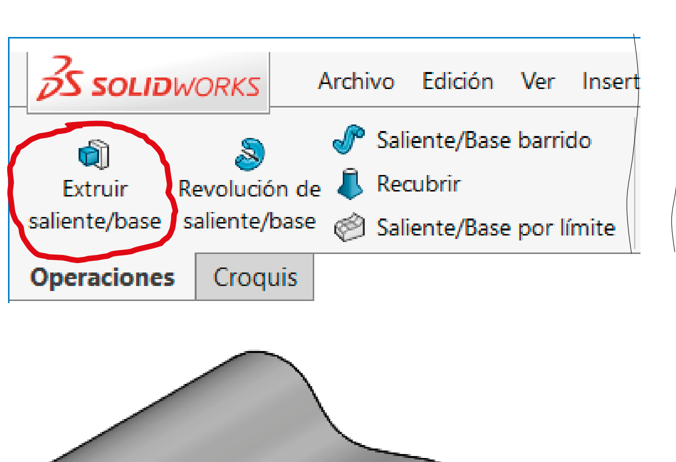
Dado que el espesor puede ser muy pequeño, el cuerpo resultante es una "cáscara" muy similar a una superficie teórica

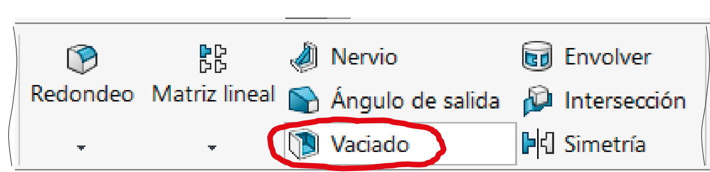
El espesor puede ser de 0,0001mm

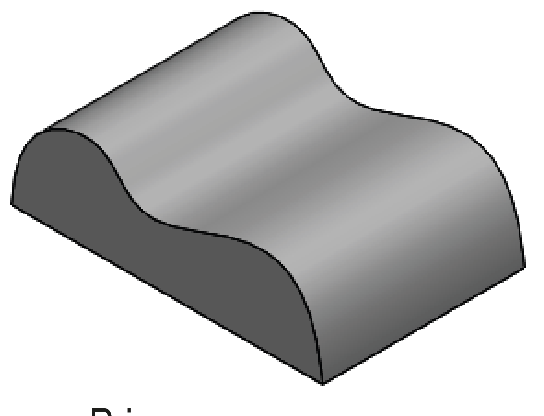


Modelado de cáscaras

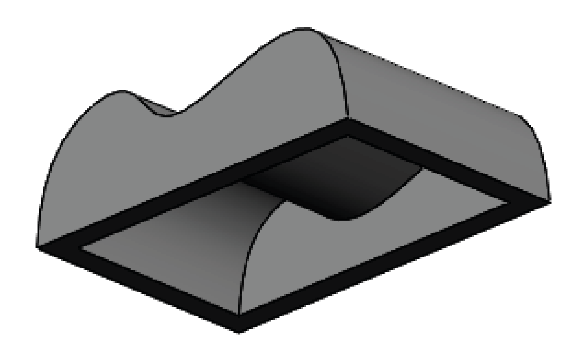
El método resulta muy práctico cuando el volumen original se crea a partir de perfiles curvos







Primero se crea un sólido por protrusión de una curva



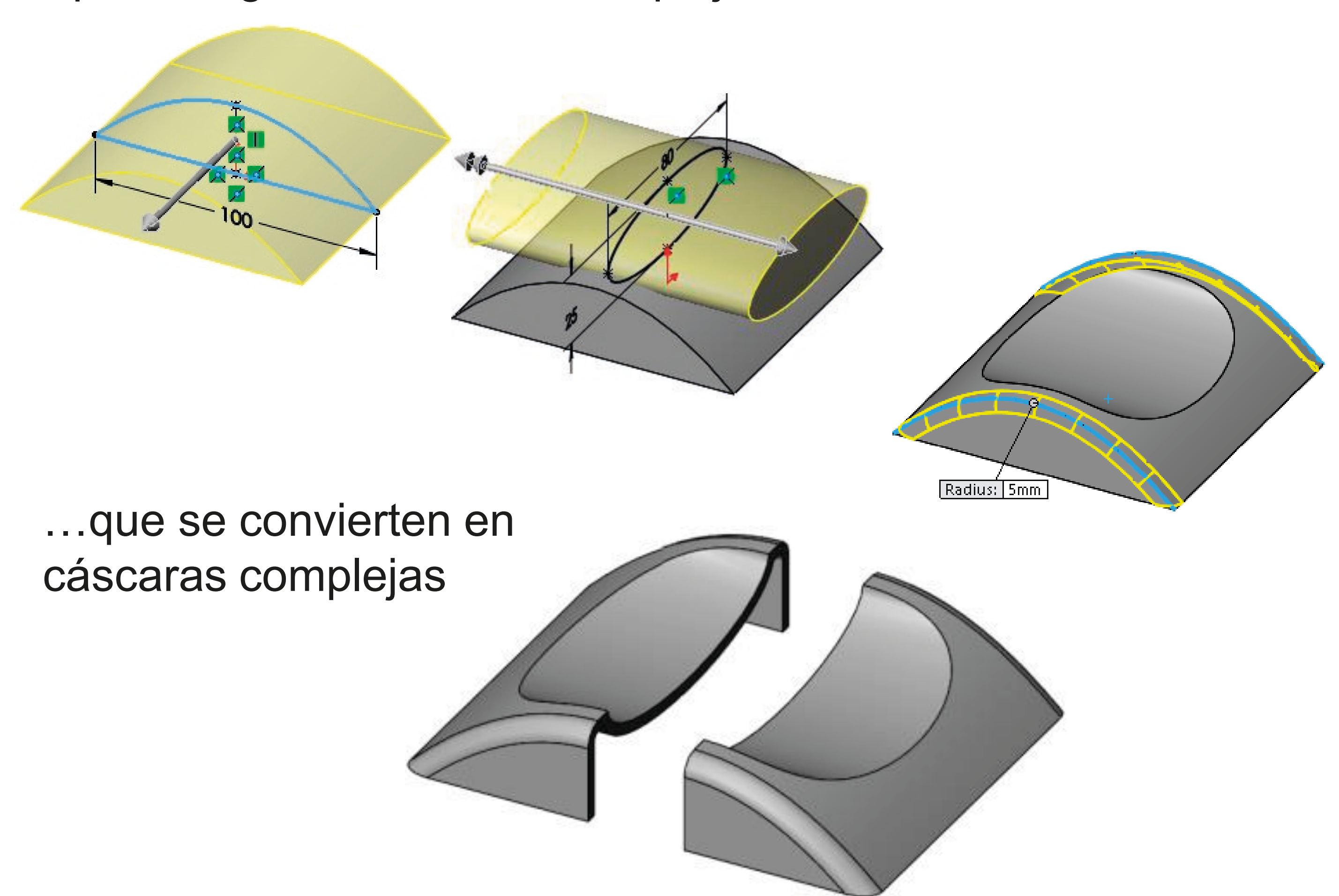
Luego se crea una cáscara por vaciado del sólido

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Combinando varios perfiles curvos
se pueden generar sólidos complejos…

…que se convierten en
cáscaras complejas



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelado de cáscaras

Introducción

Cáscara

Barrido

Parches

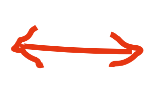
Acuerdos

Explícitas



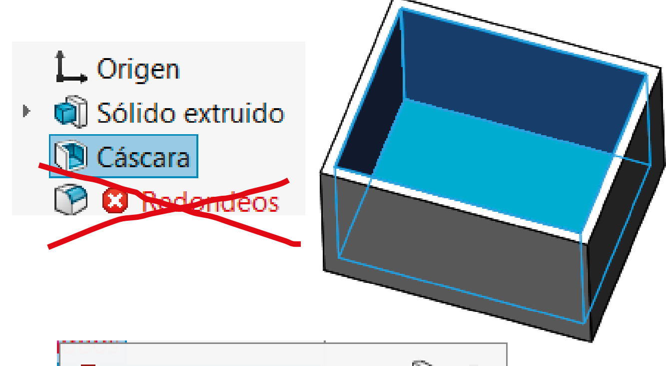
La operación de vaciado debe hacerse al final

Todas las operaciones de conformación se hacen antes del vaciado



Porque modificar la frontera después de producir la cáscara, puede resultar en modelos inválidos









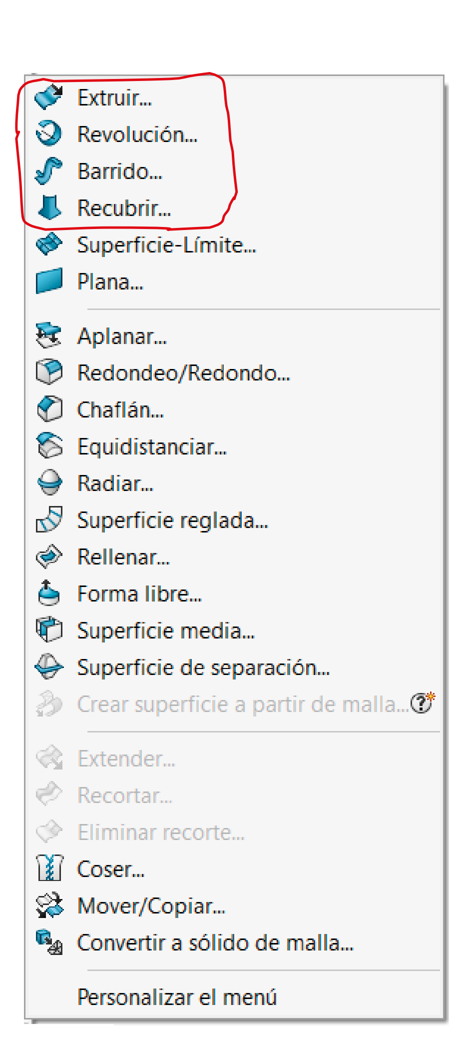
No se puede completar la operación de redondeo porque el redondeo cortaría una arista interior. Reduzca el radio o cambie la geometría para que el redondeo no llegue a interferir con esta arista.

Superficie por barrido

No es eficiente generar las superficies más complejas como cáscaras de sólidos

Se generan mediante operaciones de modelado DE SUPERFICIES

Cuatro de estas operaciones son variantes de barrido

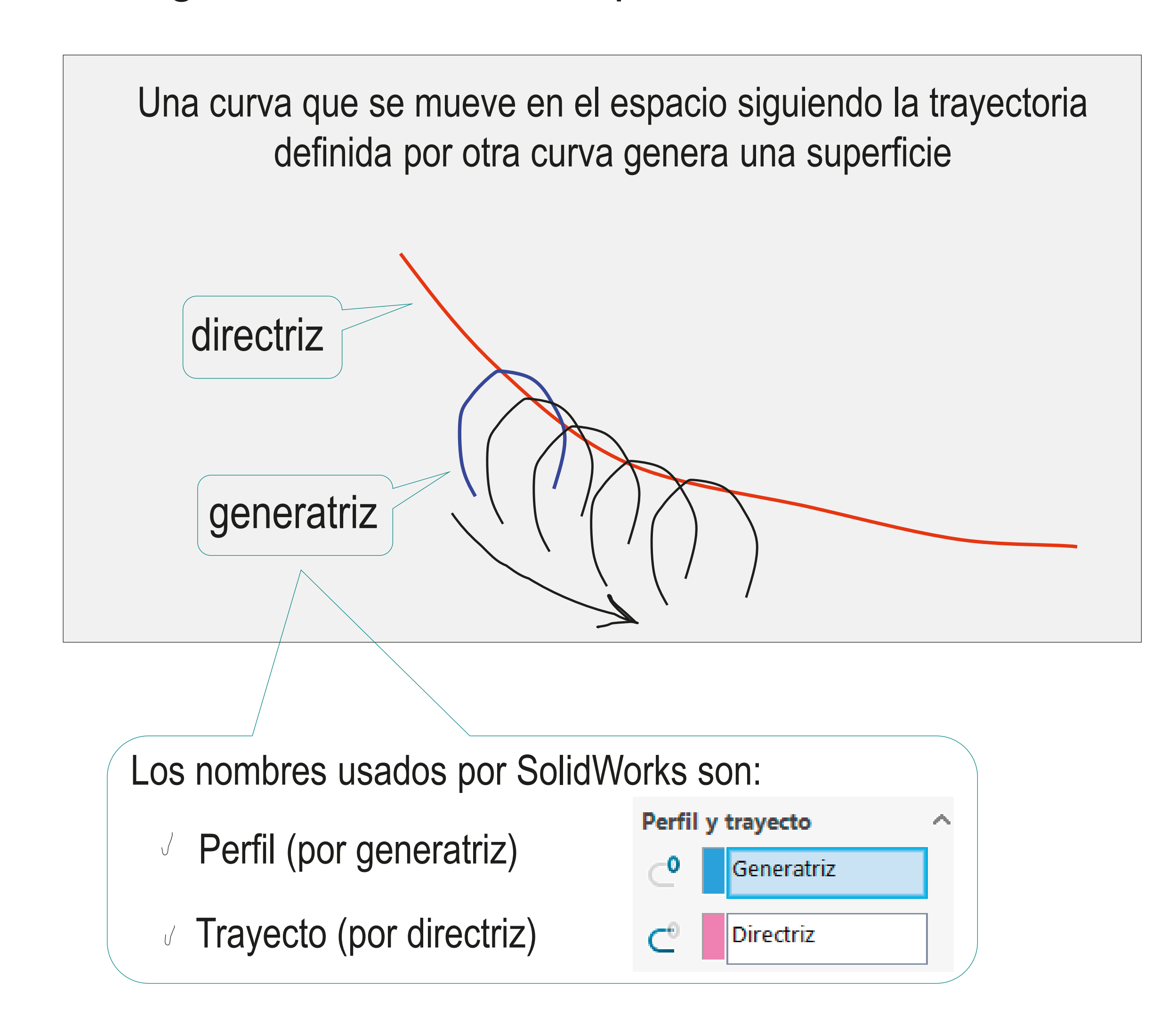


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Superficie por barrido

El método general de barrido requiere dos curvas:



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

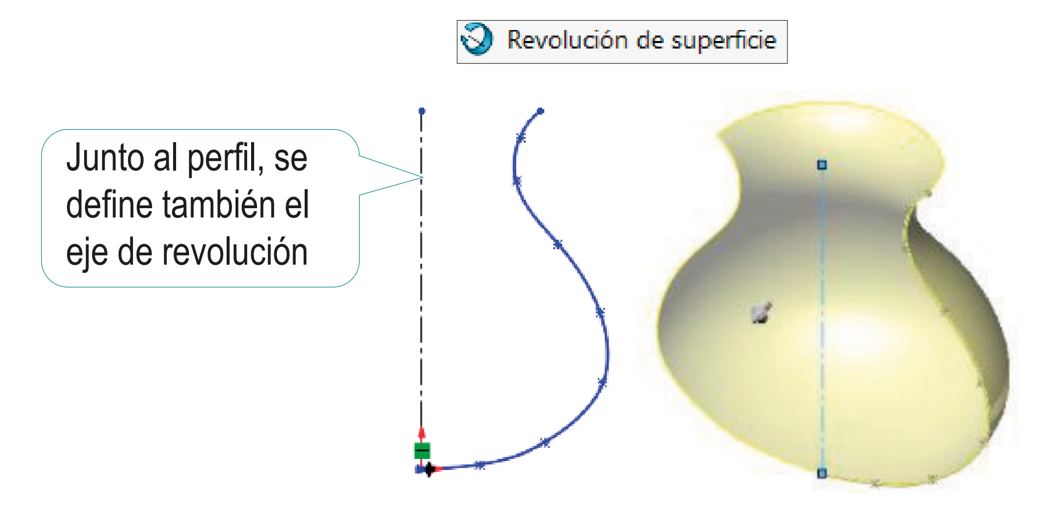
Superficie por barrido

Introducción
Cáscara
Barrido
Parches
Acuerdos
Explícitas

Si la directriz es recta, se usa Extruir superficie

R40
160

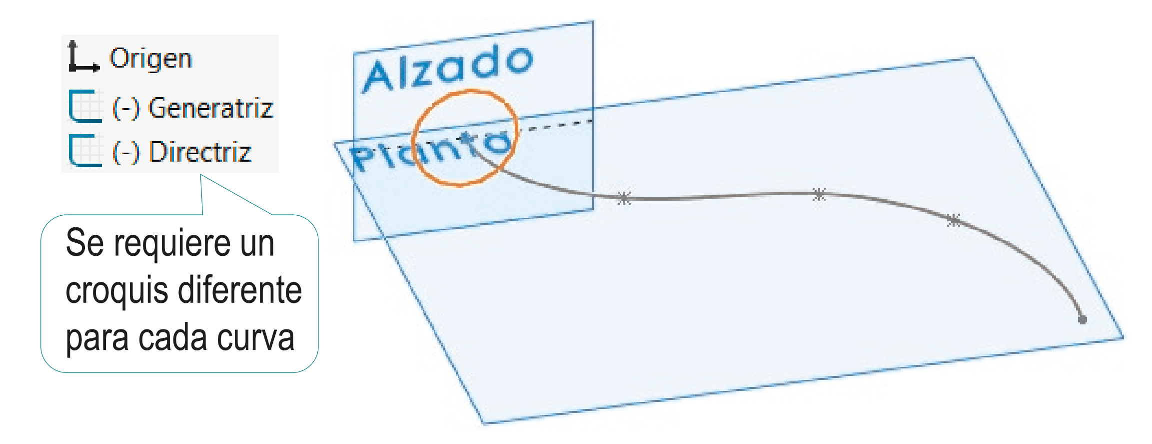
Si el trayecto es redondo, las superficies de revolución se obtienen con una generatriz que gira alrededor de un eje:

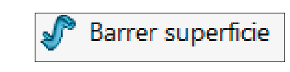


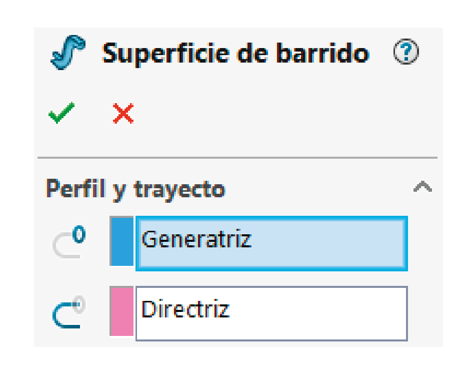
ISBN: 978-84-18432-81-1

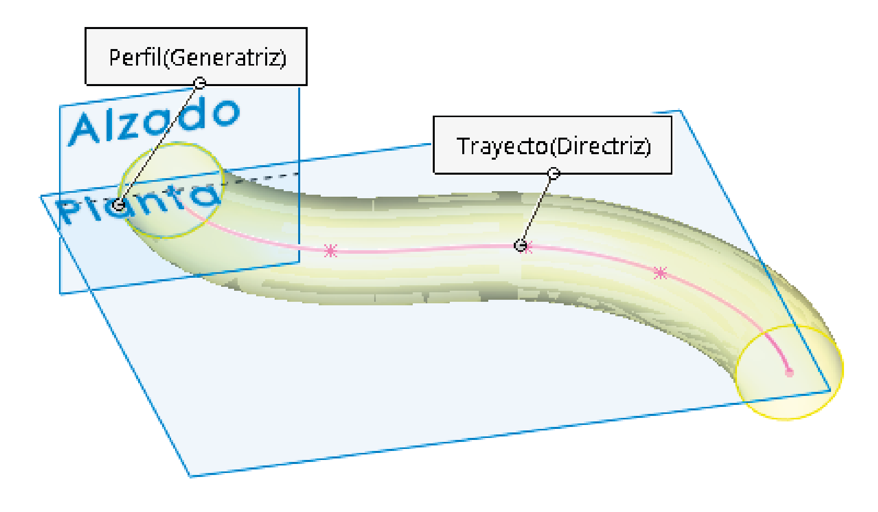
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

En general, se definen las curvas generatrices y directrices:



y se obtiene la superficie por 





Barrido por recubrimiento

Para modelar formas más complejas se usa Recubrir superficie

Dos curvas definen los contornos de la superficie

Generatriz inicial

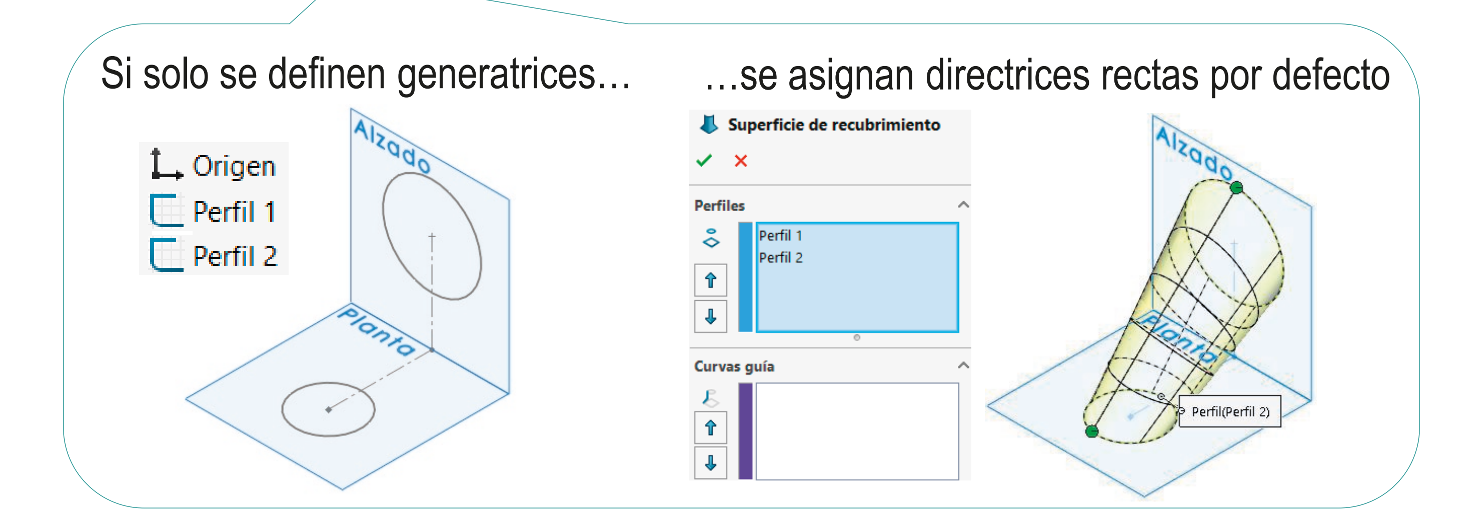
Directriz

Generatriz final

Los nombres de SolidWorks son:

- Perfil (por generatriz)
- Curva guía (por directriz)

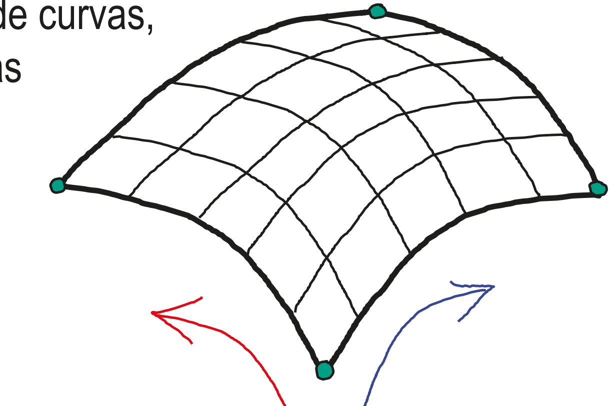
También puede haber diferentes curvas que define el trayecto



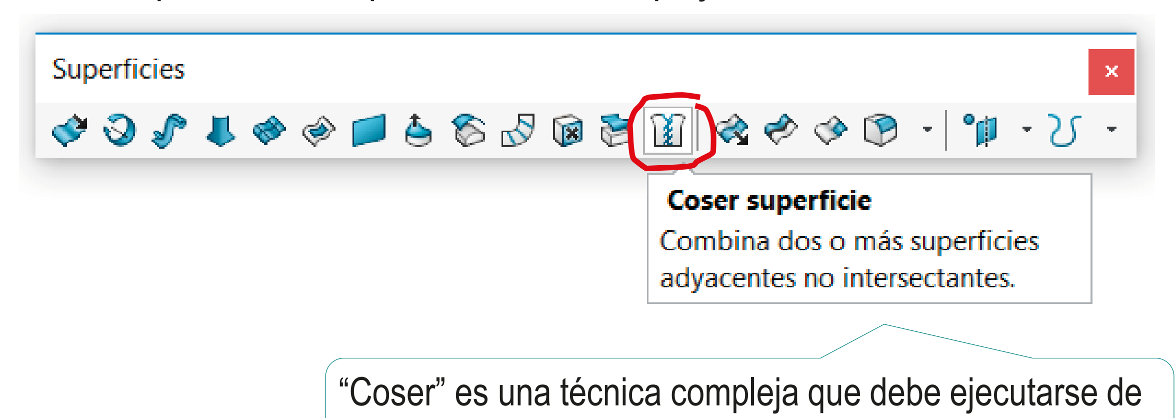
Parches polinómicos paramétricos

Las superficies libres se obtienen mediante barridos múltiples que generan mallas de curvas libres

- √ Las mallas se crean mediante dos conjuntos de curvas, colocadas en dos direcciones complementarias



- √ Las mallas más simples se definen mediante las mismas curvas que delimitan su contorno
- √ Cada malla puede ser un "parche" de una superficie más compleja
- √ Se pueden "coser" dos o más parches, para producir superficies compuestas más complejas



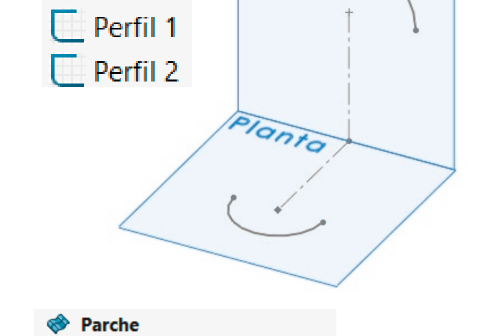
"Coser" es una técnica compleja que debe ejecutarse de forma que se garantice la compatibilidad y la continuidad

Parches polinómicos paramétricos

En SolidcWorks® los parches se obtienen mediante *Superficies limitantes* (Superficie limitante)

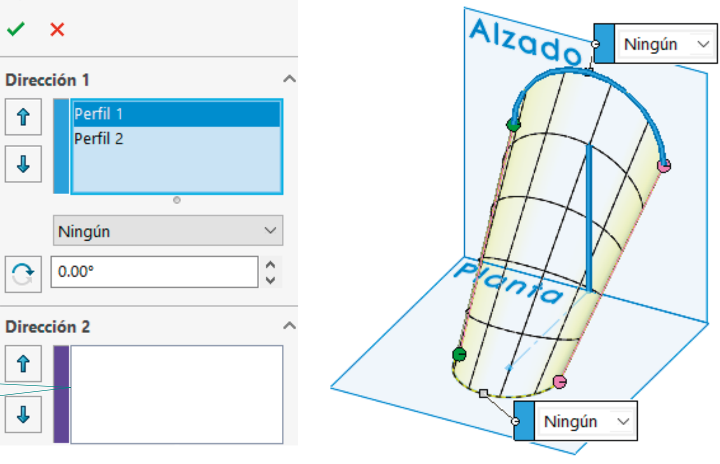
1 Se definen las curvas del contorno

Se necesitan al menos dos



2 Se obtiene el parche

Las otras dos se toman rectas

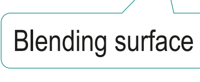


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Las superficies de acuerdo son superficies de transición entre superficies vecinas

Acuerdo



- Los motores geométricos actuales gestionan bien las superficies de acuerdo



Por tanto, es mejor añadir las superficies de acuerdo mediante operaciones de modelado especializadas



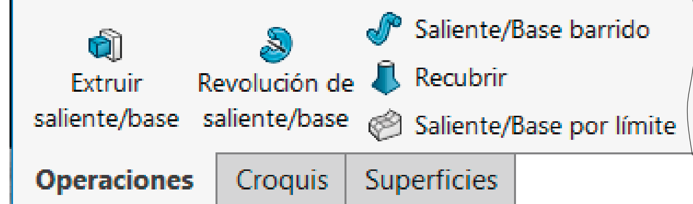
- Las superficies de acuerdo requieren cálculos costosos (coste computacional)



Por tanto, es mejor modelarlas por separado, para poder suprimirlas fácilmente si se requiere simplificar el modelo (al coste de reducir un poco su fidelidad)

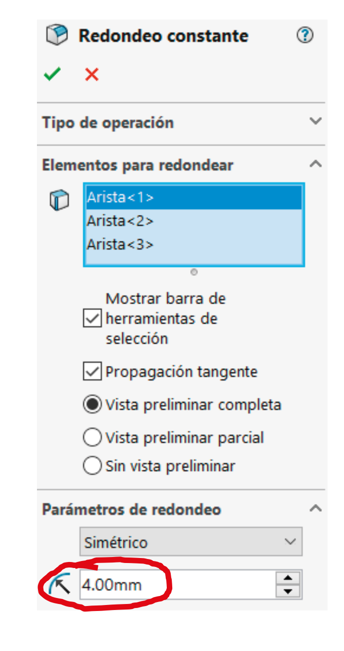
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para genera redondeos en SolidWorks basta ejecutar

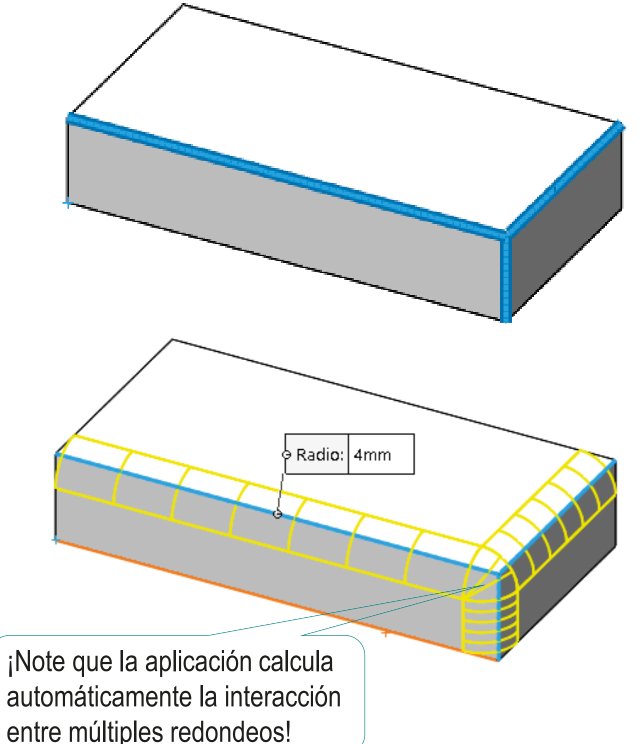




El usuario simplemente selecciona las aristas a redondear…



…y el radio del redondeo

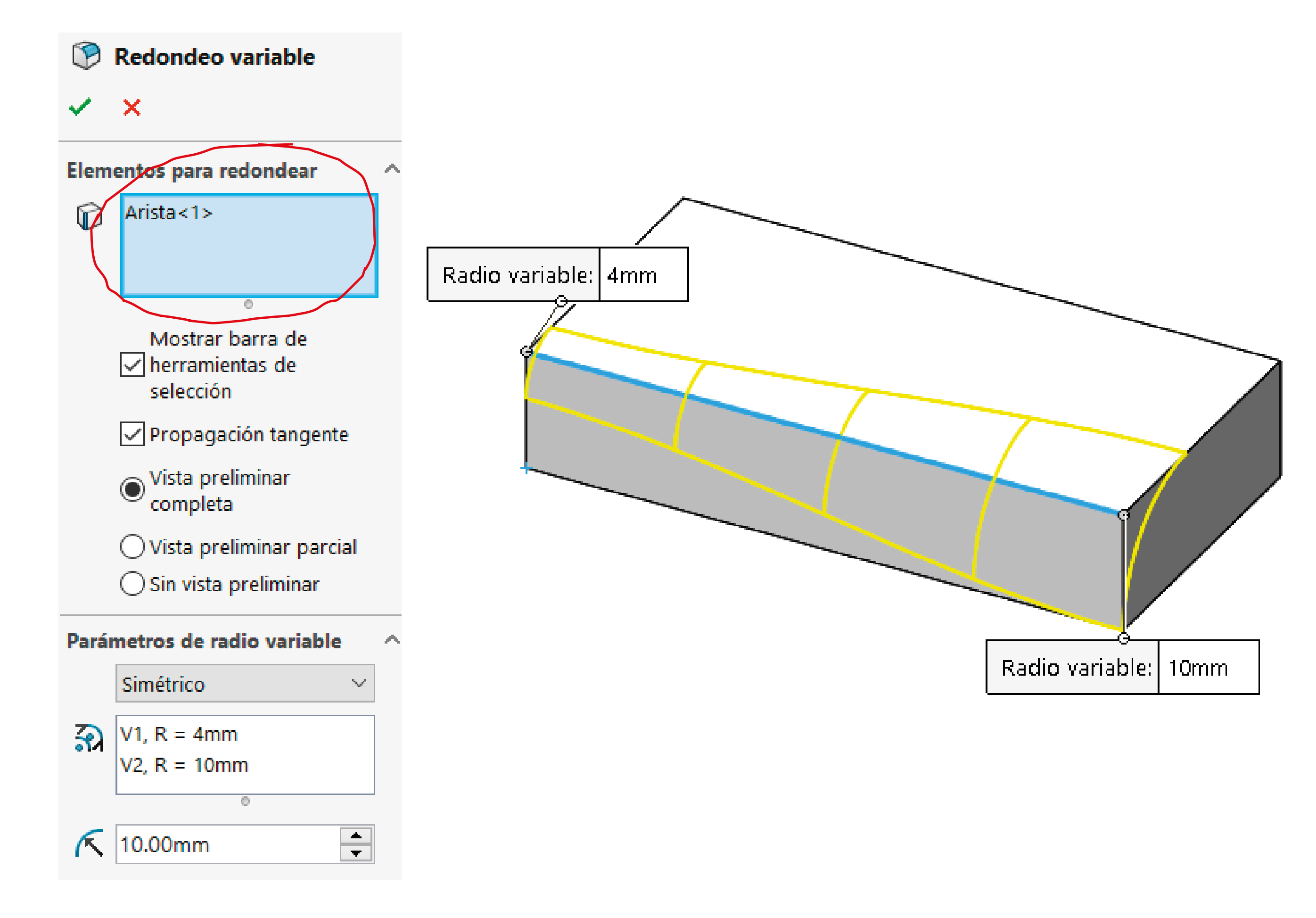


¡Note que la aplicación calcula automáticamente la interacción entre múltiples redondeos!

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

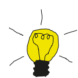
El *feature manager* de redondeo permite definir formas más sofisticadas de redondeo:



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Redondeos y acuerdos



Los redondeos también se pueden aplicar a superficies

- Extruir...
- Revolución...
- Barrido...
- Recubrir...
- Superficie-Límite...
- Plana...
- Aplanar...
- Redondeo/Redondo...
- Chaflán...
- Equidistanciar...
- Radiar...
- Superficie reglada...
- Rellenar...
- Forma libre...
- Superficie media...
- Superficie de separación...
- Crear superficie a partir de malla...
- Extender...
- Recortar...
- Eliminar recorte...
- Coser...
- Mover/Copiar...
- Convertir a sólido de malla...
- Personalizar el menú

Radio: 10.00000000mm

Superficies explícitas

El modelado de superficies por barrido (que produce superficies características) es una variante del modelado sólido procedural

Pero existen dos tipos de modelos explícitos de superficies (sin árbol del modelo) vinculados con las aplicaciones CAD:

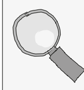
- √ La técnica de modelado B-Rep consiste en representar explícitamente la frontera de un sólido mediante una colección de elementos superficiales cosidos

  Los elementos superficiales son grandes y exactos, de modo que cada uno de ellos representa una característica (feature) del modelo

- √ La técnica de modelado mallado consiste en representar explícitamente la frontera de un sólido mediante una colección de caras poligonales

  Las caras poligonales son pequeñas y aproximadas, de modo que cada una de ellas aproxima una pequeña porción del modelo, pero están colocadas de forma que mantienen la exactitud global del modelo

  ¡Las aproximaciones locales no se propagan ni acumulan, y se pueden reducir aumentando la densidad de las caras poligonales!



Más detalles sobre superficies explícitas en 1.8.1

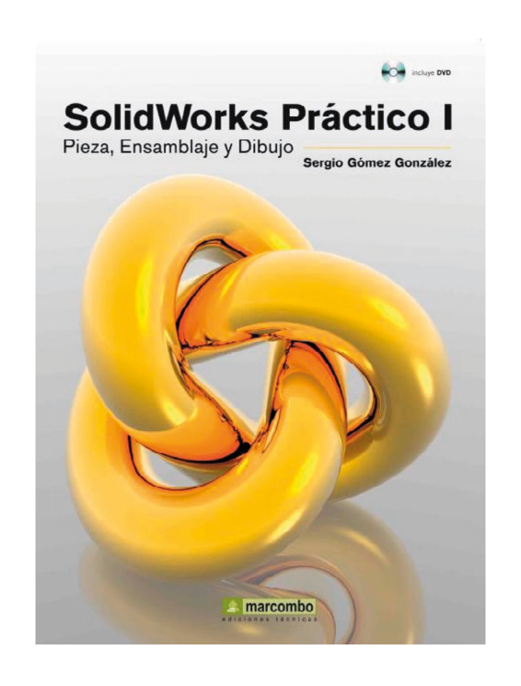
Para repasar

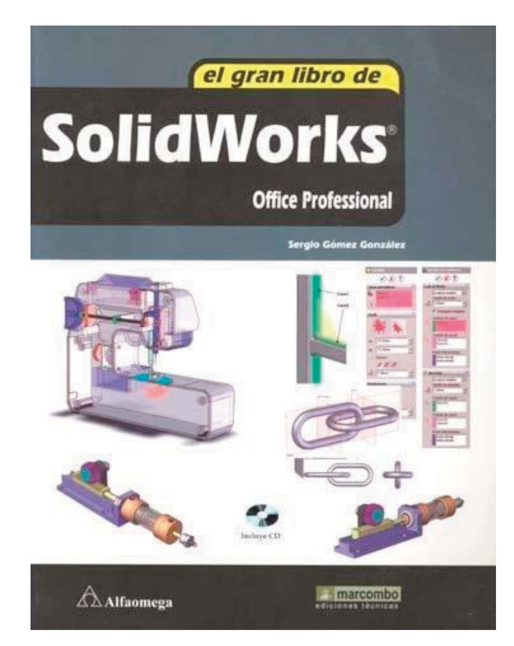
¡Cada aplicación CAD
tiene sus propias peculiaridades
para el proceso de modelado!

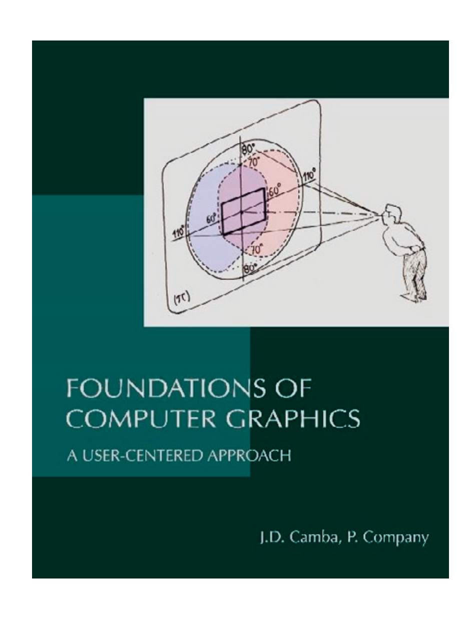
¡Hay que estudiar
el manual de la aplicación
que se quiere utilizar!



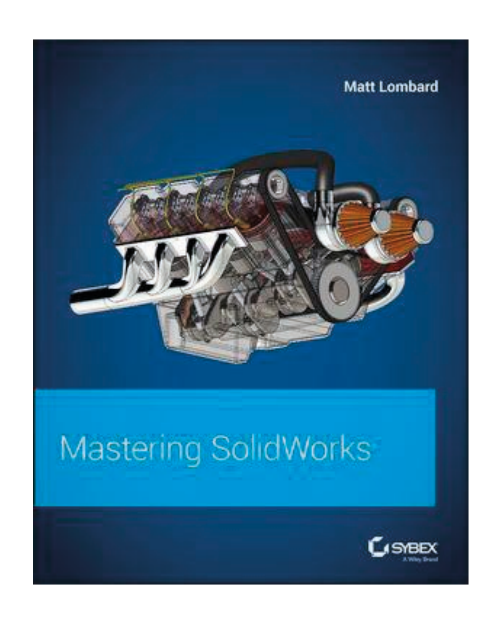
Para repasar



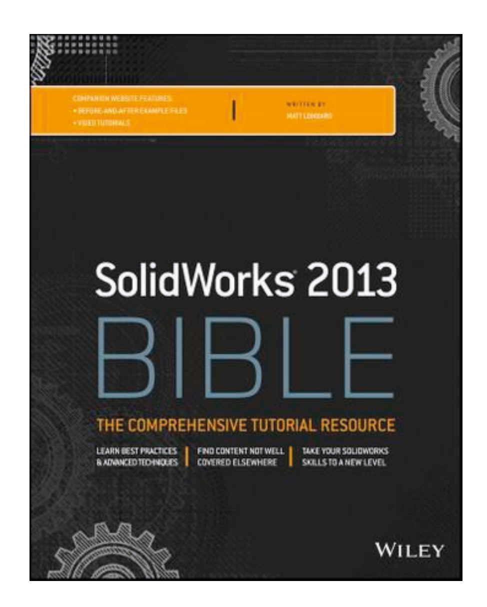




Para repasar



Chapter 8: Selecting
Secondary Features

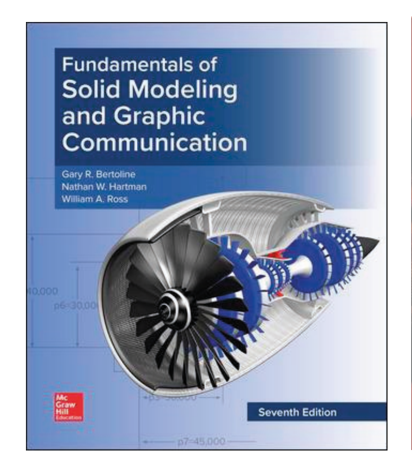


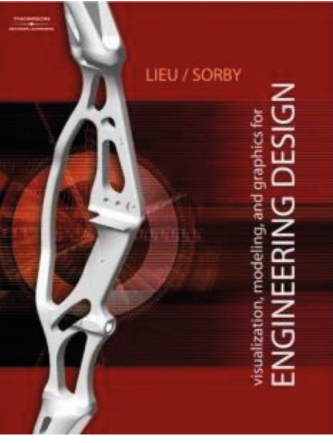
Chapter 8: Selecting
Secondary Features

ISBN: 978-84-18432-81-1

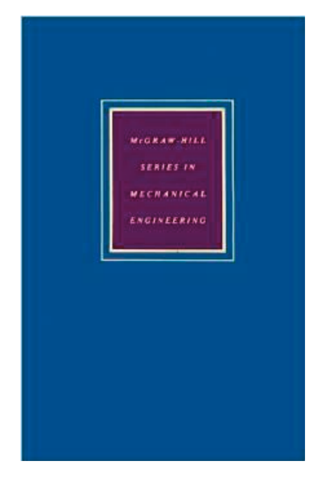
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para repasar









3.18 Surfaces

3.19 3-D Modeling Elements

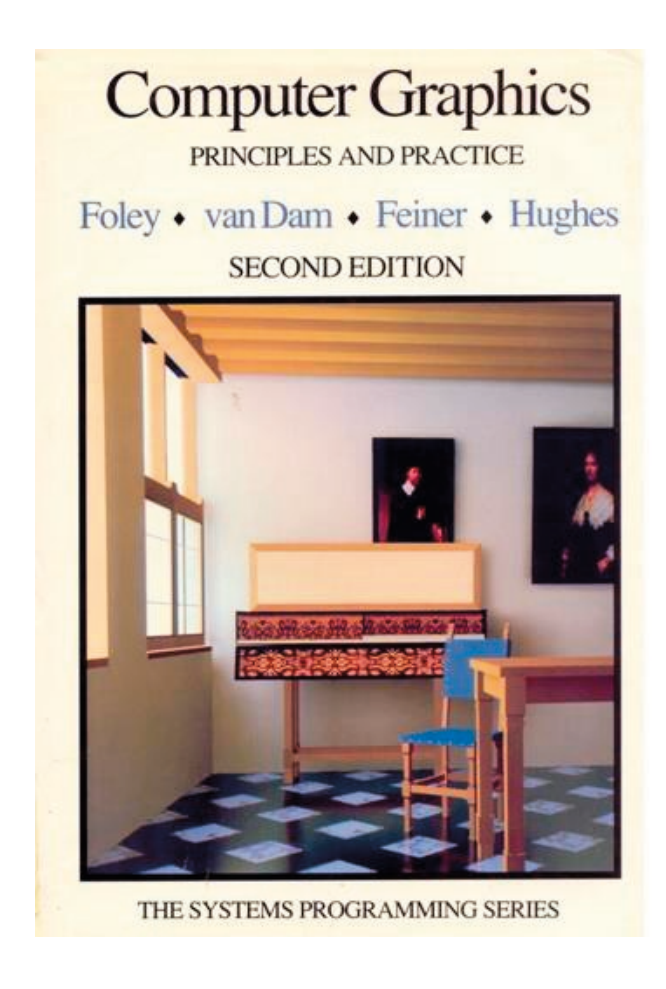
Chapter 6: Solid Modeling

2. La modellazione di parti in SolidWorks

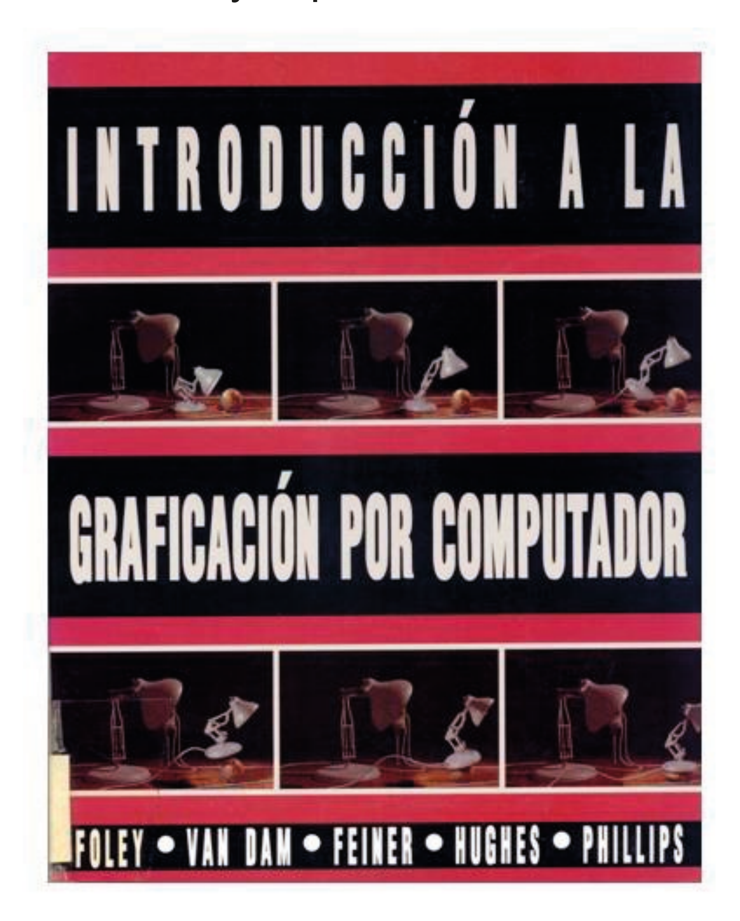
Ibrahim Zeid
CAD/CAM Theory and Practice
McGraw-Hill, 1991

Para saber más

Capítulo 11: Representing curves and surfaces



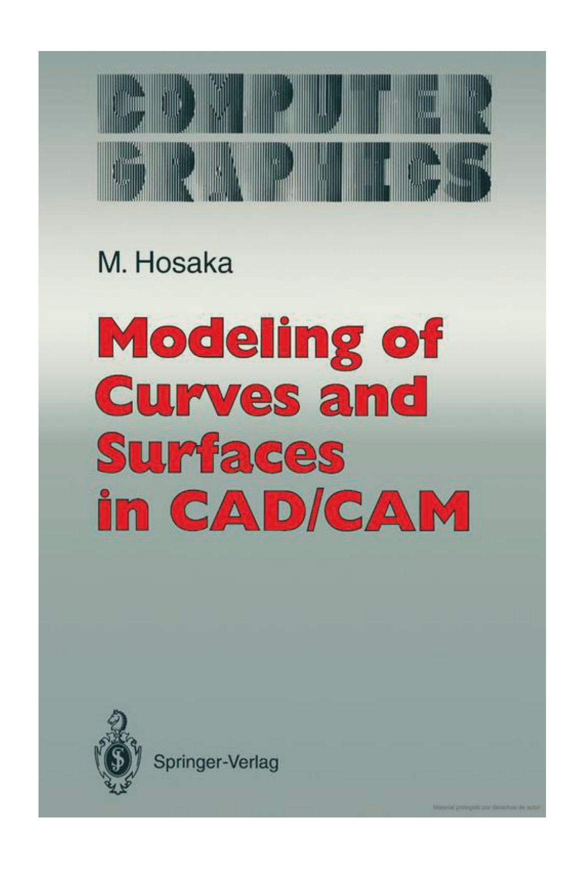
Capítulo 9: Representación de curvas y superficies

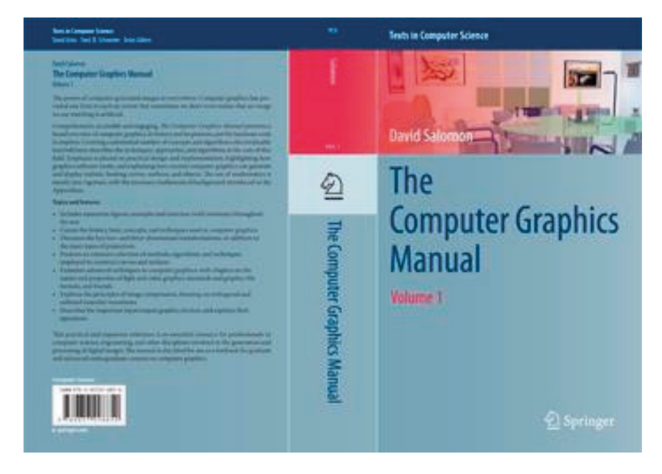


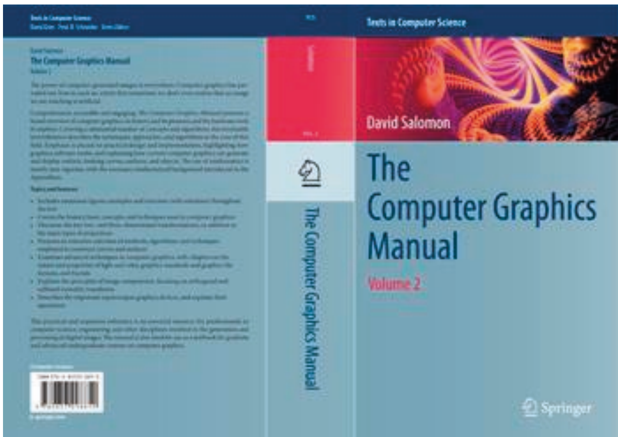
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para saber más



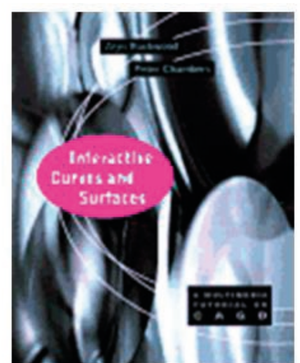


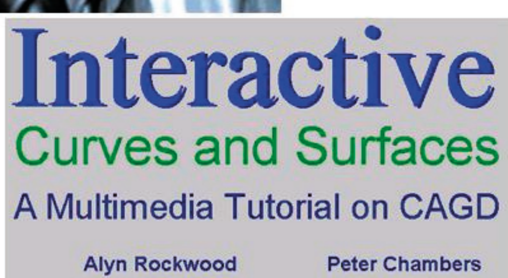


Para saber más

¡Cualquier buen libro de CADG!

El CADG (Diseño Geométrico Asistido por Computador) se dedica al estudio y definición de métodos para la generación de curvas complejas.



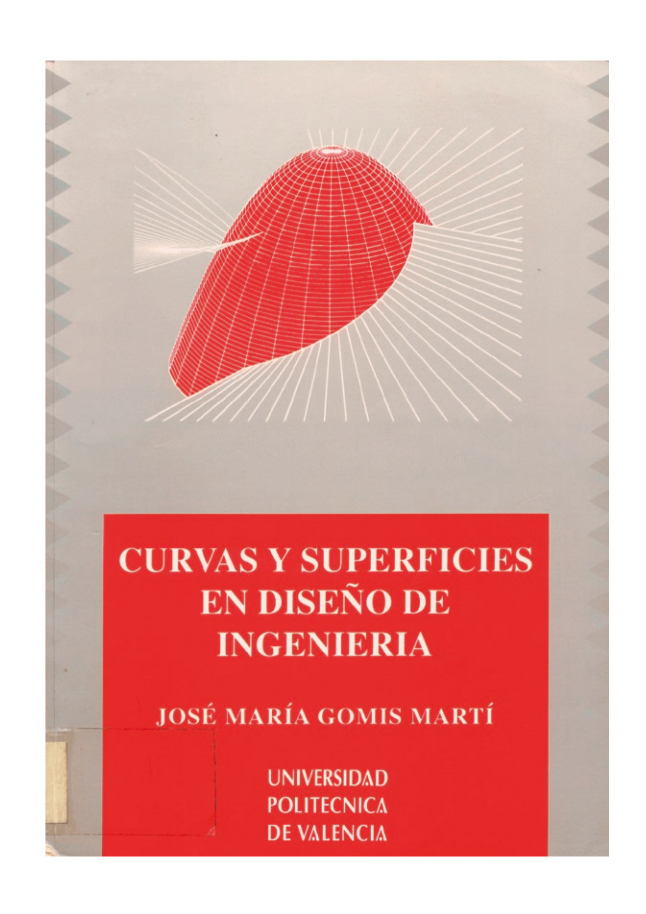


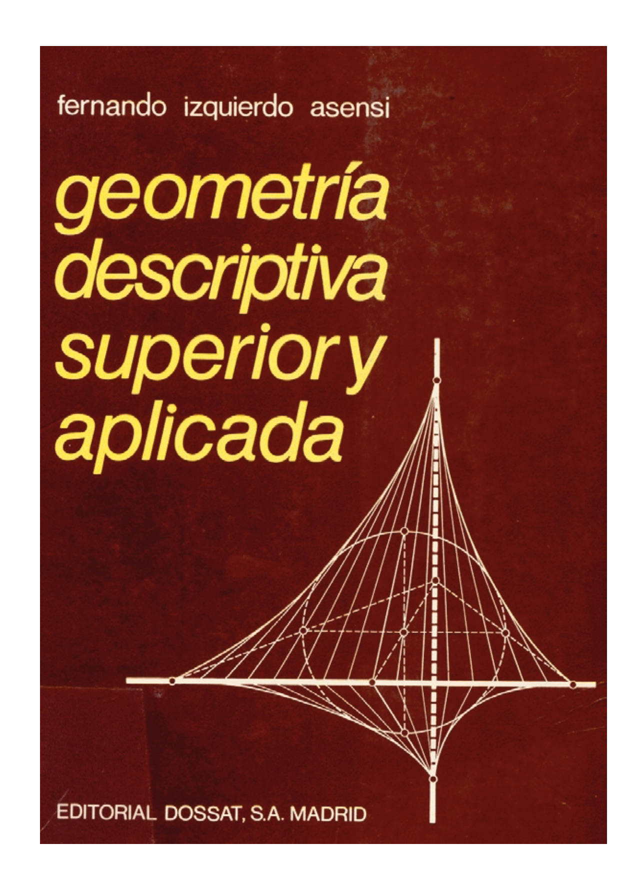
Se recomienda especialmente el "tutorial" interactivo



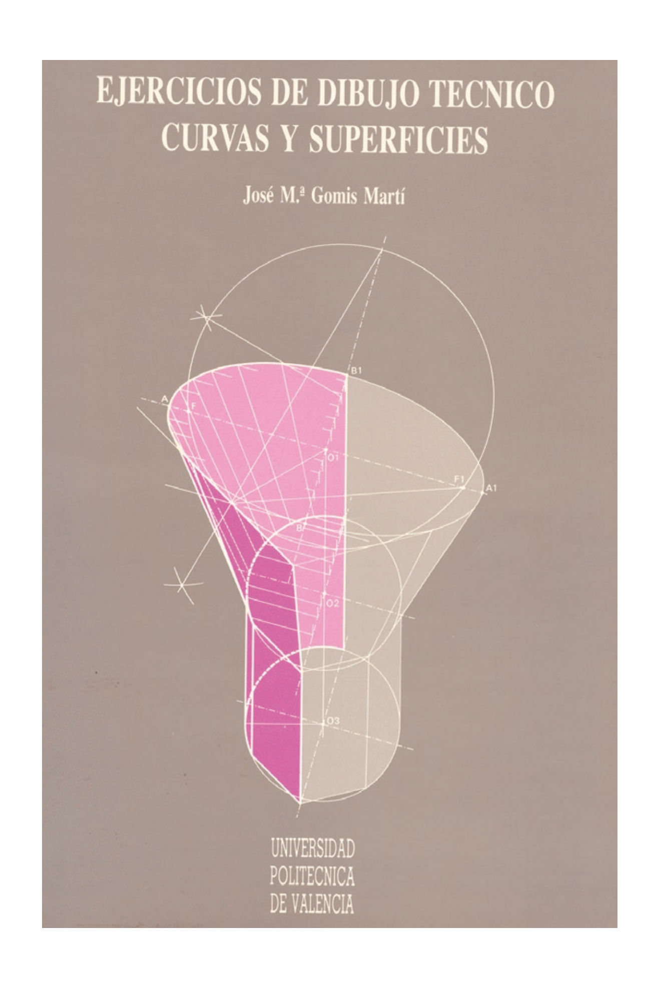
Capítulo 4: Curvas y superficies del espacio

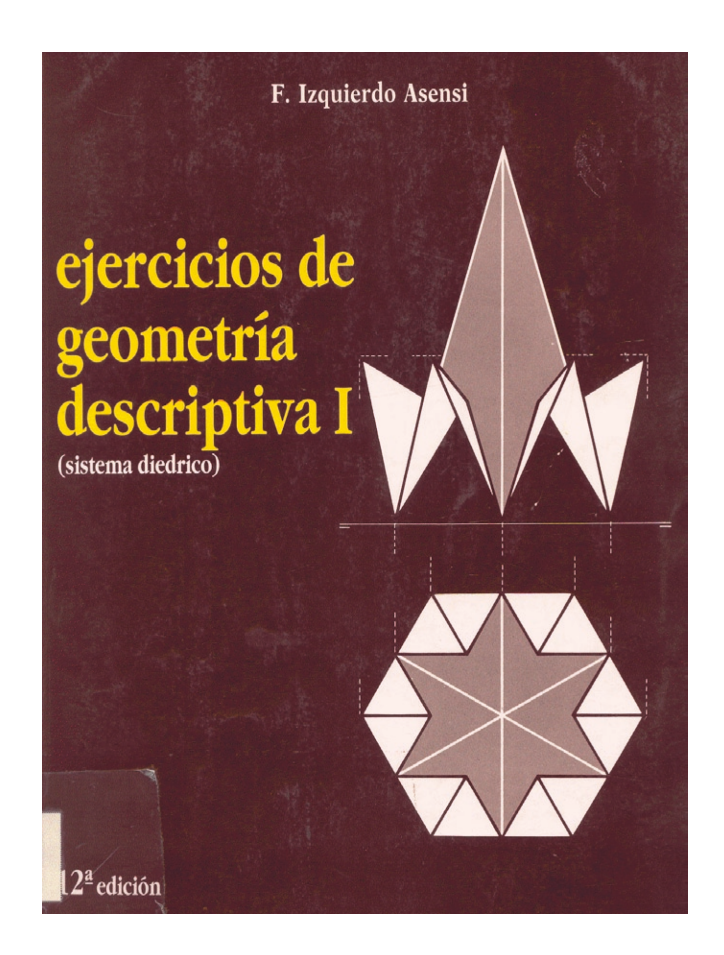
Para estudiar los fundamentos geométricos





Para estudiar los fundamentos geométricos

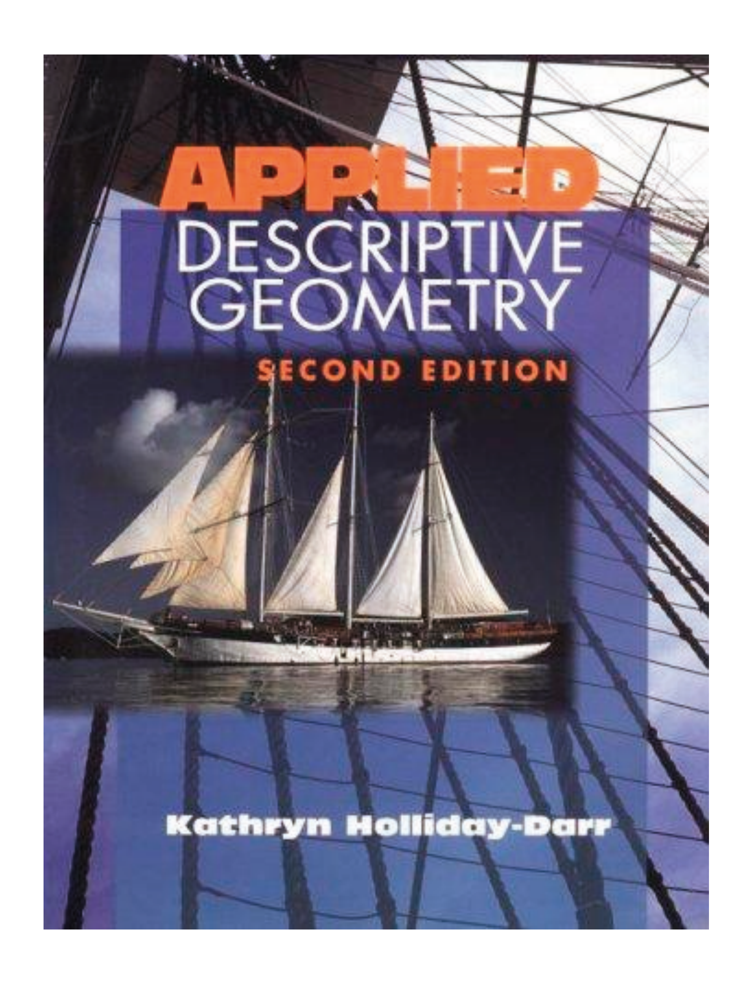


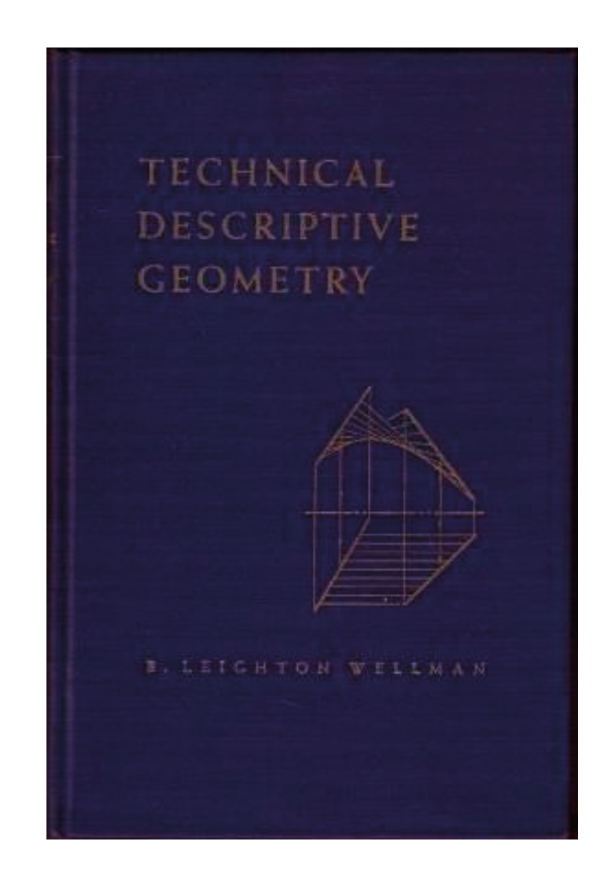


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para estudiar los fundamentos geométricos





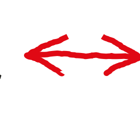
Introducción

Un modelo CAD es una representación matemática de la geometría de un objeto

La norma ISO10303-108:2005 distingue dos tipos de representación:

El modelo se dice procedimental o procedural si la forma geométrica debe reconstruirse cada vez, a partir de la información guardada

Ver ISO10303-55:2005, ISO10303-111:20075)



El modelo se dice declarativo o explícito si se representan directamente las entidades geométricas

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción

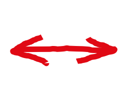
Los modelos explícitos se usan menos en CAD porque carecen de historial

Cuando no hay historial ni parámetros, se tiene una geometría muda

Los "dumb models" carecen de:

- ☓ Operaciones de modelado
- ☓ Parámetros explícitos

El inconveniente es que no hay control directo del modelo mediante parámetros de diseño, lo que hace más difícil su reuso



La ventaja es que se dispone directamente de la geometría, en lugar de tener que ejecutar un procedimiento para obtenerla

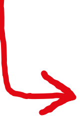
Aunque existen alternativas para:

- √ Dotar de parámetros a los modelos explícitos
- √ Definir herramientas para editar directamente la geometría

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Los modelos explícitos tienen interés porque la mayoría de las aplicaciones CAD procedurales utilizan un sistema dual (ISO 10303-55:2005), gestionando en paralelo el modelo procedural y un modelo explícito

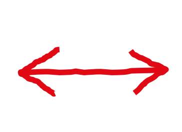


El modelo procedural primario se define en base a un árbol de características parametrizadas, y se asocia con un modelo explícito secundario

Esto es así porque es ineficiente gestionar la visualización en pantalla de los modelos implícitos

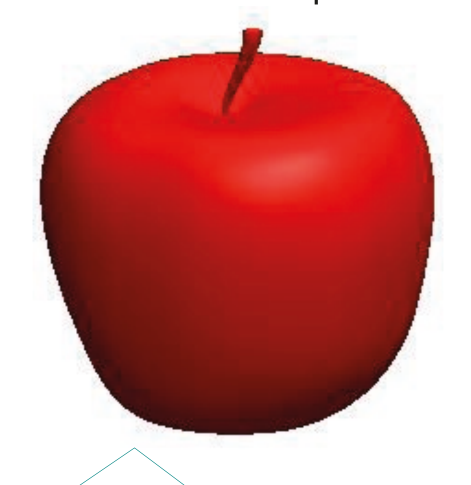
Otra justificación para los modelos explícitos, es que permiten representar modelos aproximados

Los modelos matemáticos específicos representan con exactitud las superficies susceptibles de formulación matemática



Las superficies irregulares, y también aquellas superficies de las que no se tiene información completa, se pueden representar mediante modelos aproximados





Las superficies con forma irregular se denominan topográficas o esculpidas

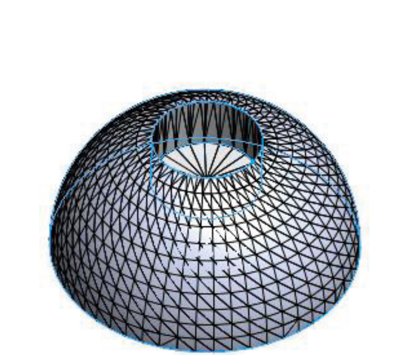
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tipos

Los modelos explícitos de superficies vinculados comúnmente con las aplicaciones CAD son:

- Modelos B-Rep
  - Representan explícitamente la frontera de un sólido mediante una colección de elementos superficiales cosidos
  - Los elementos superficiales son grandes y exactos, de modo que cada uno de ellos representa una característica (feature) del modelo
  - Esta técnica es apropiada para construir modelos explícitos de superficies interactivamente mediante una aplicación CAD
- Modelos mallados
  - Representan explícitamente la frontera de un sólido mediante una colección de caras poligonales
  - Las caras poligonales son pequeñas y aproximadas, de modo que cada una de ellas aproxima una pequeña porción del modelo, pero están colocadas de forma que mantienen la exactitud global del modelo
  - Las aproximaciones locales no se propagan ni acumulan, y se pueden reducir aumentando la densidad de las caras poligonales
  - Esta técnica es apropiada para construir modelos a partir de información geométrica incompleta (nubes de puntos), o para obtener modelos de cálculo mediante elementos finitos



B-Rep

La técnica de modelado B-Rep (Boundary representation) consiste en representar la frontera de un sólido mediante una colección de superficies conectadas

En realidad, se distingue entre superficies y sólidos B-Rep:

Una superficie B-Rep es un conjunto de superficies conectadas



Si el conjunto de superficies es cerrado, delimitan un volumen B-Rep

Según ISO 10303-42:1992, un sólido B-Rep es un volumen finito delimitado por una o más superficies conectadas





B-Rep

Las características principales de una representación B-Rep son:

- √ La superficie se divide en caras

  Cada cara es una superficie de género 0, orientada, finita, y que no se auto-intersecta

- √ Las caras contiguas se conectan compartiendo las aristas (generalmente curvas) que delimitan sus perímetros

  - √ Las caras no se intersectan mutuamente, excepto en sus bordes
  - √ Cada arista a lo largo del borde de una cara es compartida como mucho por otra cara

- √ Las aristas de los bordes de las caras solo se intersectan en sus extremos, denominados vértices

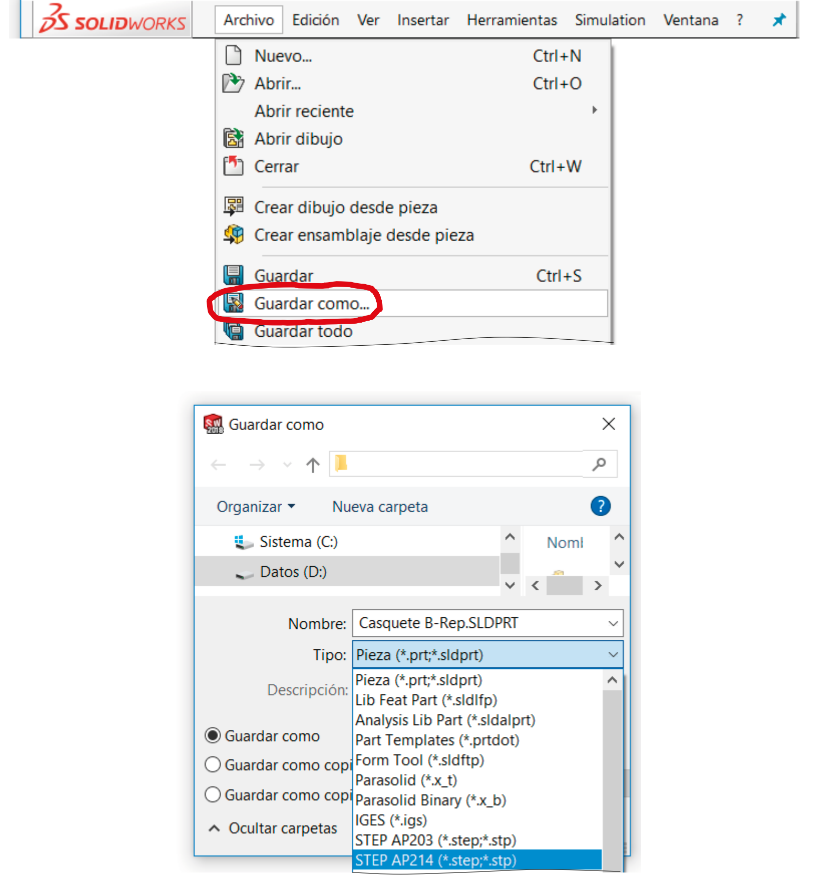
- √ La representación B-Rep de un sólido puede incluir diferentes envolturas cerradas disjuntas

  La envoltura exterior debe englobar completamente a las demás, y ninguna otra envoltura puede englobar a ninguna otra

SolidWorks®, igual que otras aplicaciones CAD, convierte los modelos procedurales nativos en modelos B-Rep explícitos al exportarlos a ciertos formatos CAD

√ Ejecute el comando *Guardar como*

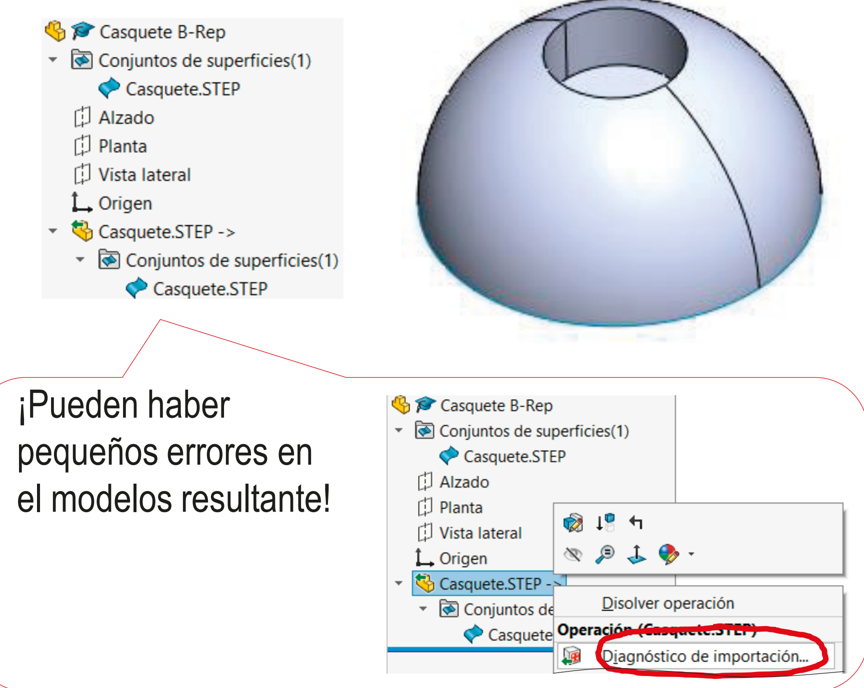
√ Seleccione el formato STEP API214

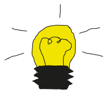


B-Rep

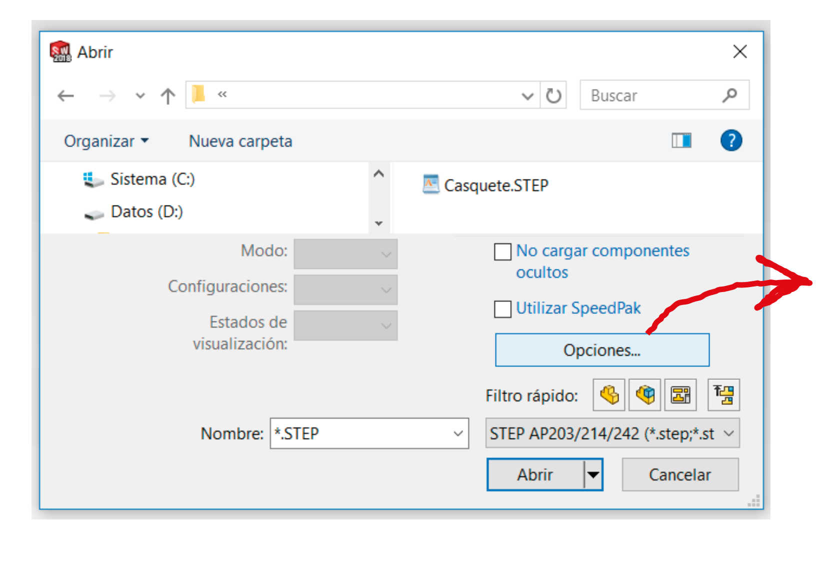
√ Abra el fichero guardado en formato STEP

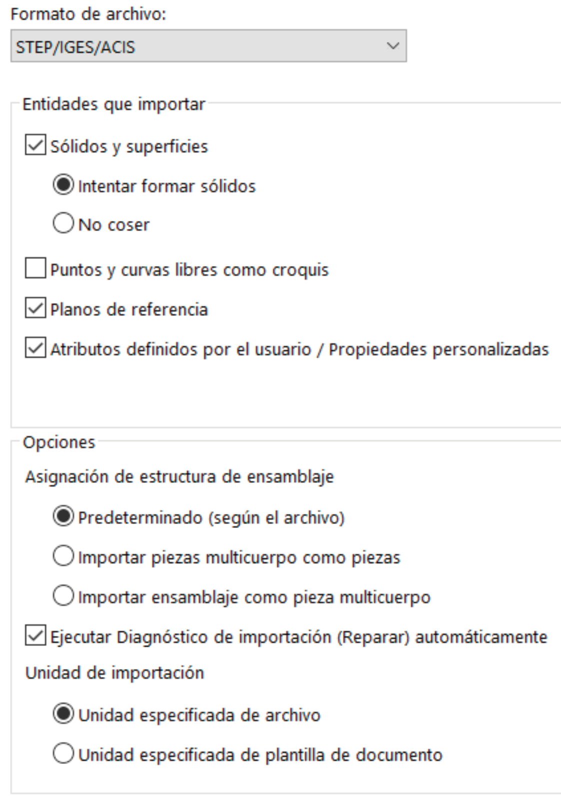
√ Compruebe que incluye la geometría B-Rep del modelo original, pero no contiene las operaciones del árbol del modelo





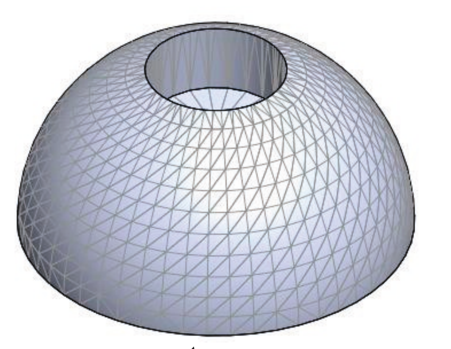
Modificando las *Opciones* antes de abrir el fichero puede configurar el modo de importación



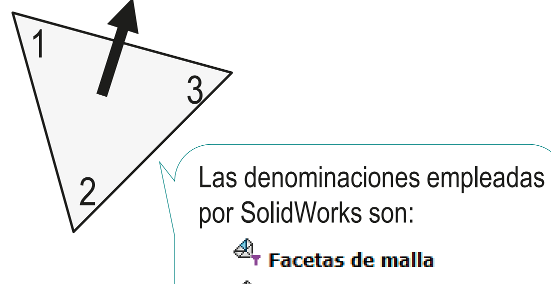


Mallas

El otro tipo de modelo explícito de uso frecuente es el modelo mallado:



- La superficie se modela mediante un conjunto de teselas (o facetas, o celdas) interconectas
- Las teselas son polígonos planos, definidos mediante aristas y vértices
- Para cada tesela, se codifica el interior/exterior del objeto mediante la normal que apunta al exterior y el sentido de recorrido de los vértices



Las denominaciones empleadas por SolidWorks son:

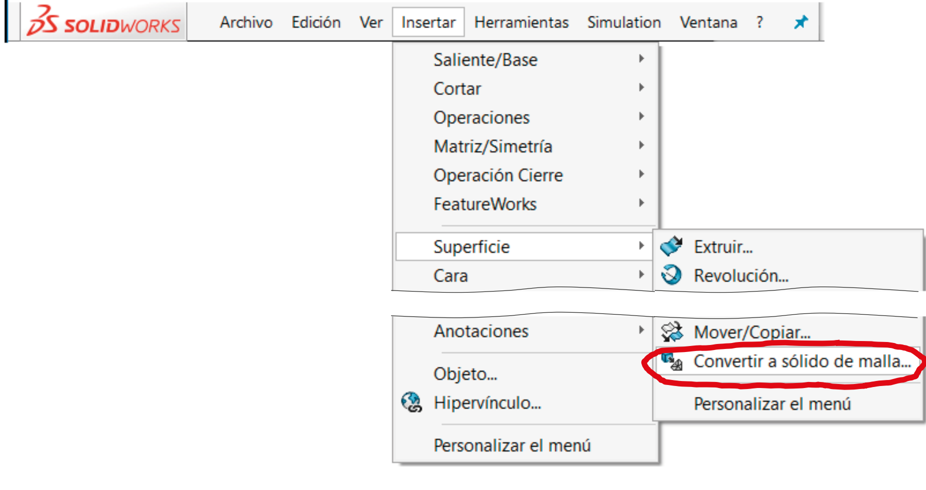
- **Facetas de malla**
- **Aristas de faceta de malla**
- **Vértices de faceta de malla**

- Las mallas están normalizadas en ISO 10303-52:2011
- Una malla es estructurada si las teselas, o celdas, están organizadas siguiendo un patrón regular y sus formas dependen del tipo de malla
- Los modelos mallados también se denominan modelos B-Rep facetados

De acuerdo con ISO 10303-42:1992, una representación B-Rep facetada es una variante simple de representación de frontera en la cual todas las caras son planas y todas las aristas son líneas rectas

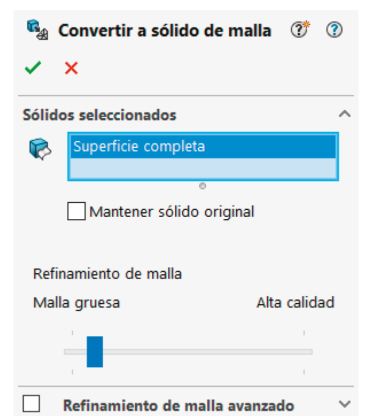
SolidWorks®, puede obtener modelos mallados derivados de los modelos procedurales nativos

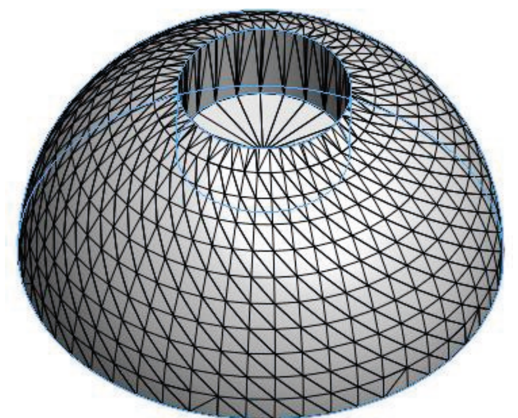
√ Ejecute el comando *Convertir a sólido de malla*



√ Seleccione las superficies o sólidos a convertir

√ Seleccione el nivel de refinamiento de la malla



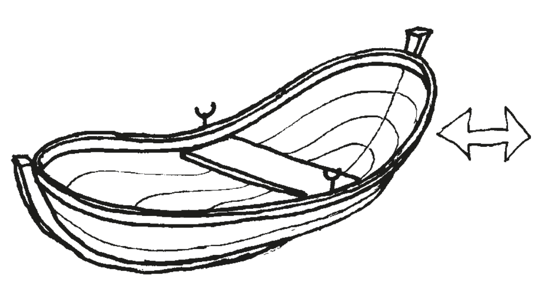


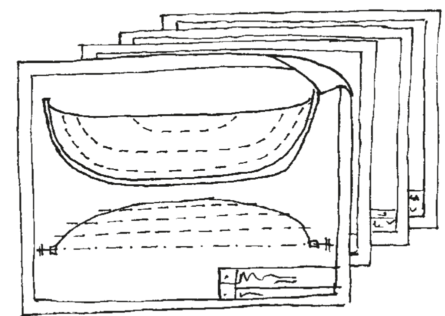
Las superficies topográficas o esculpidas son aquellas que tienen forma irregular:

- no tienen tratamiento matemático exacto



- no se pueden representar mediante un conjunto reducido de elementos geométricos





ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Esculpidas

Se representan aproximándolas mediante un conjunto de curvas o superficies:

1. En muchas aplicaciones se utilizan isocurvas


Representación topográfica de una mina a cielo abierto

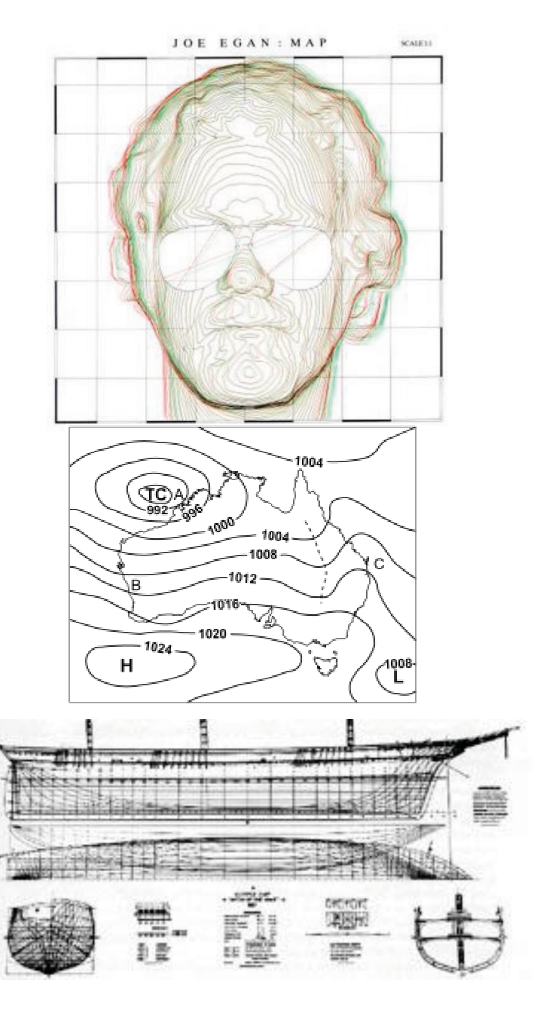
2. Las rejillas también se utilizan



ISBN: 978-84-18432-81-1
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Las isocurvas son las curvas formadas por todos los puntos de una superficie o volumen que comparten alguna propiedad:

- En el caso del modelado de terreno, las curvas de nivel tienen la propiedad de que todos sus puntos están a la misma altura
- En el caso del modelado de la atmósfera, las isobaras son las curvas formadas por los puntos en donde el aire tiene la misma presión
- En el caso del modelado de cascos de barco, las líneas de flotación son las curvas formadas por todos los puntos que separan la parte sumergida de la que no lo está, para una cierta carga

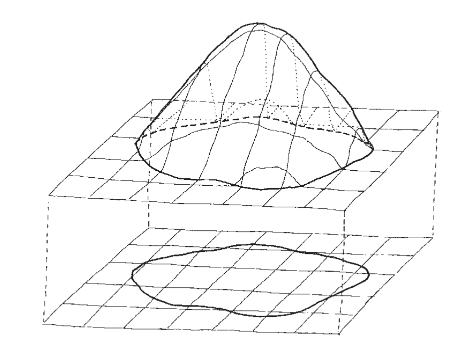


Las isocurvas usadas en CAD se suelen modelar mediante splines

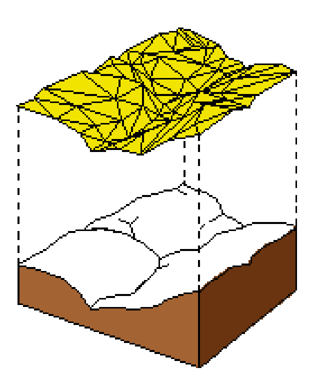
Esculpidas

Las rejillas pueden ser:

- Conjuntos de curvas que se superponen a la superficie y adoptan su forma



- Mallas triangulares



Se usan habitualmente para representar superficies esculpidas en CAD 3D, pero requieren herramientas específicas para crearlas y editarlas

Las aplicaciones CAD de propósito mecánico no son apropiadas para modelar superficies esculpidas complejas

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Esculpidas



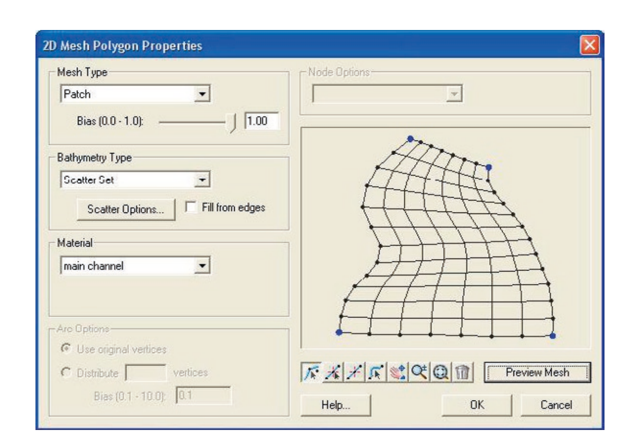
En ingeniería inversa, las mallas poligonales de objetos reales se obtienen mallando nubes de puntos de la superficie

√ Las nubes de puntos se pueden obtener mediante escaneres tridimensionales

Antiguamente se hacía midiendo manualmente punto a punto, mediante instrumentos topográficos



√ El mallado se realiza mediante algoritmos informáticos

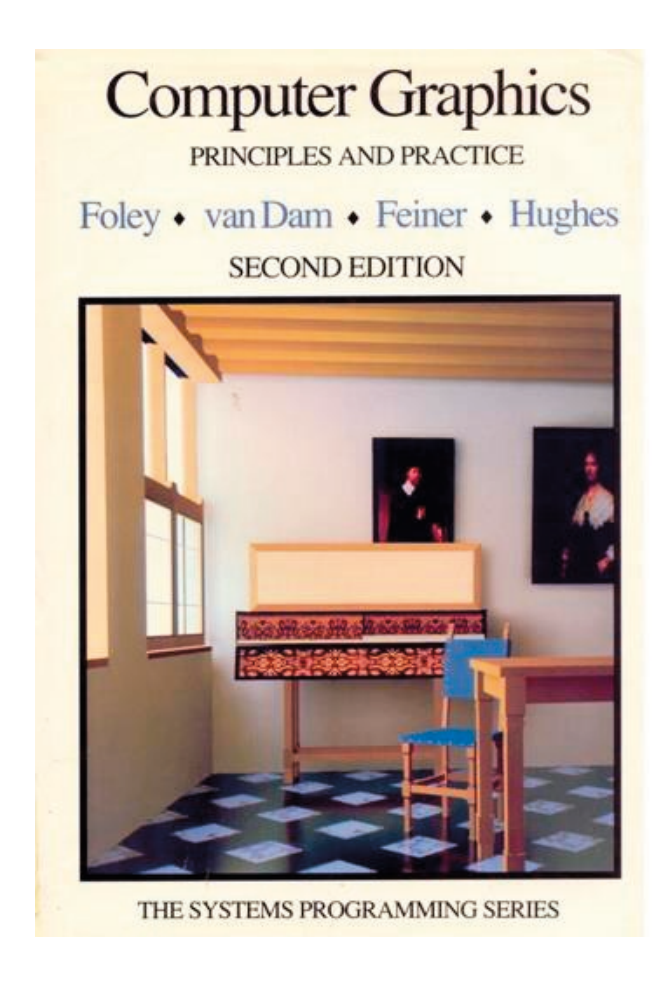


ISBN: 978-84-18432-81-1

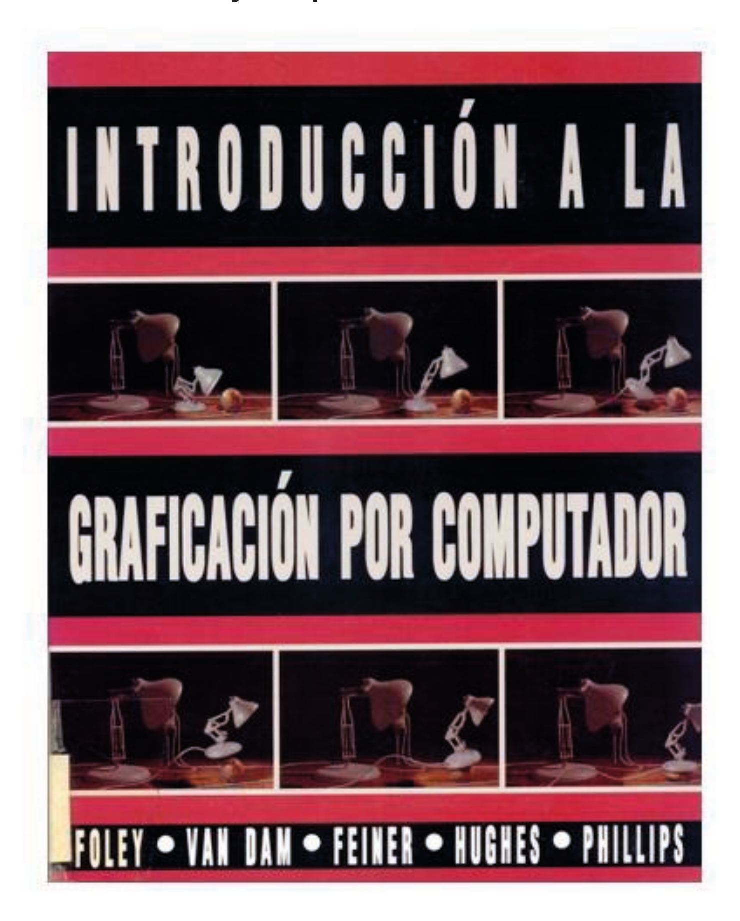
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para repasar

Capítulo 11: Representing curves and surfaces



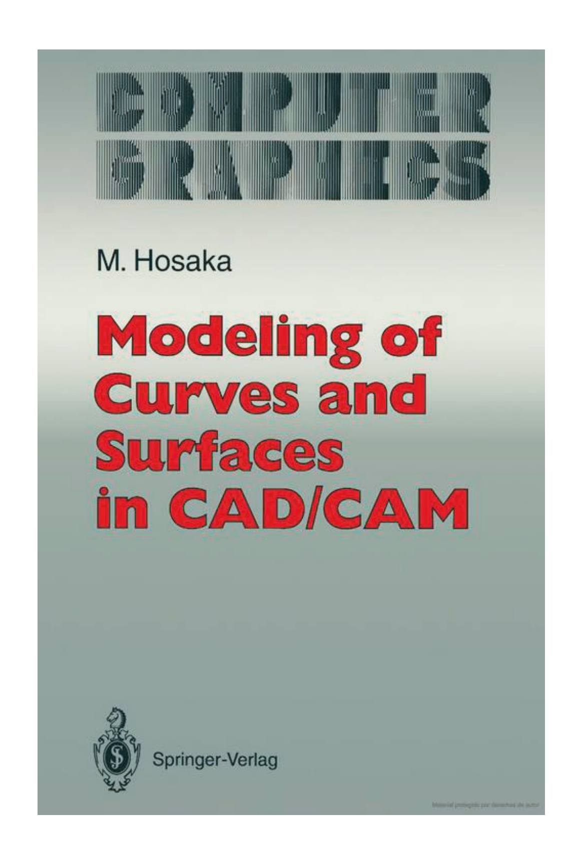
Capítulo 9: Representación de curvas y superficies

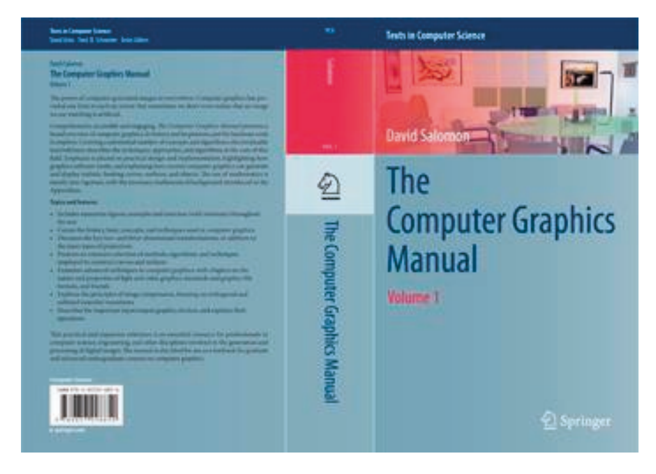


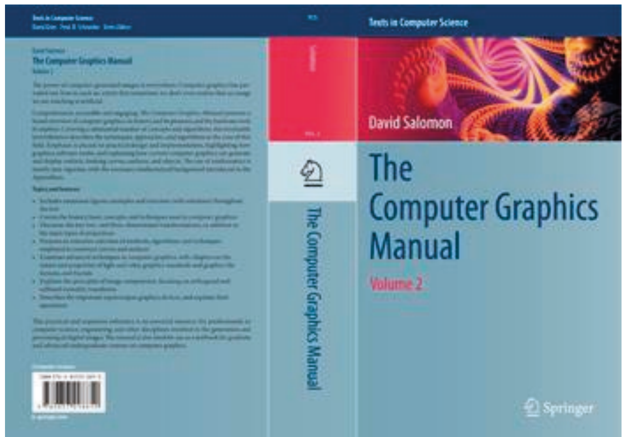
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para saber más



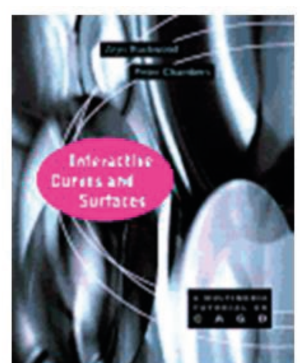


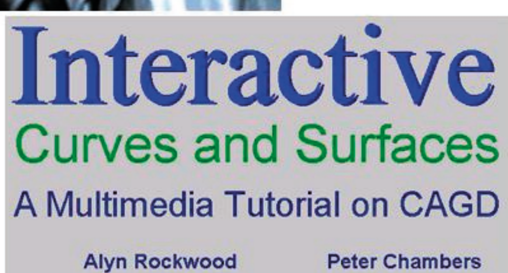


Para repasar

¡Cualquier buen libro de CADG!

El CADG (*Diseño Geométrico Asistido por Computador*) se dedica al estudio y definición de métodos para la generación de curvas y superficies complejas





Se recomienda especialmente el "tutorial" interactivo



Capítulo 4: Curvas y superficies del espacio

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejercicio 1.8.1. Tapa esférica

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La geometría de una tapa esférica queda definida por el dibujo de diseño

Obtenga el modelo sólido de la tapa

El modelo debe permitir los siguientes cambios:

√ El radio del casquete debe poder cambiar de 65 mm a 55 mm

√ El número de orejas taladradas debe poder cambiar de 6 a 8

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Tarea

Estrategia

Ejecución

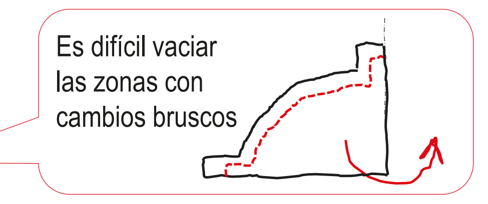
Conclusiones

Analizando la pieza, se observan características importantes que pueden condicionar la elección del proceso de modelado

- El núcleo de la pieza es una cáscara, que se puede obtener:
  - Modelando un sólido y vaciándolo
  - Modelando una superficie e incrementado su espesor
  - Por revolución de un perfil de cáscara

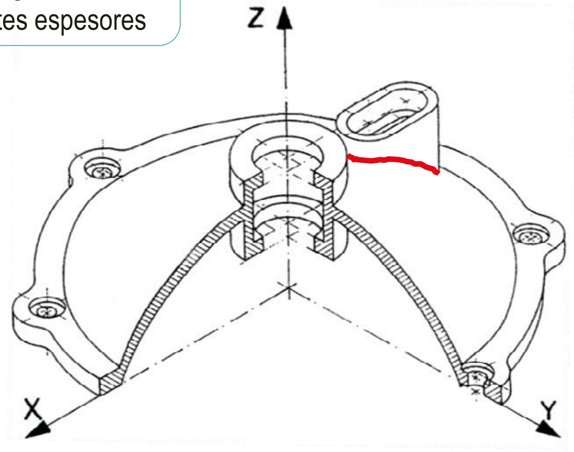
Es difícil vaciar las zonas con cambios bruscos

Es difícil asignar diferentes espesores



Tiene el inconveniente de que dibujar el croquis de una cáscara de espesores variables puede llegar a resultar laborioso, pero permite controlar diferentes espesores

- Las orejas con taladros se pueden obtener por patrón
- El saliente con ranura colisa se intersecta con el casquete esférico definiendo una curva compleja

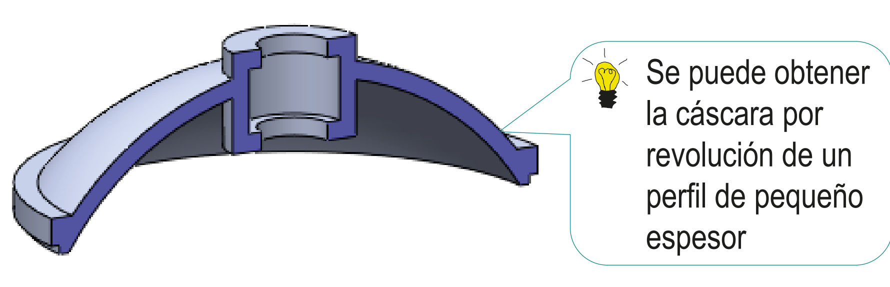


ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

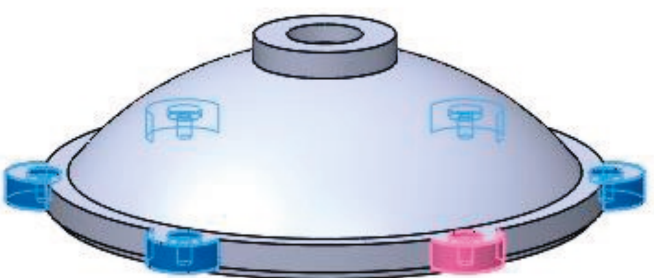
El proceso de modelado puede ser:

1. Obtenga el casquete esférico y el hueco central por revolución

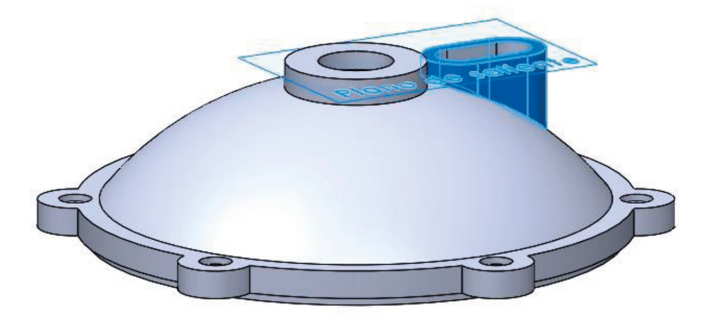


Se puede obtener la cáscara por revolución de un perfil de pequeño espesor

2. Añada las orejas taladradas de la repisa inferior



3. Añada el saliente con ranuras colisas



Ejecución

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

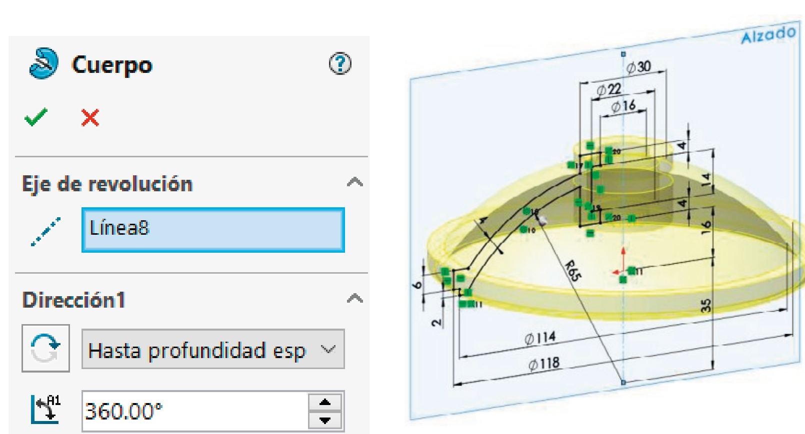
Para obtener el casquete esférico con el agujero central:

- Defina el alzado como plano de trabajo (Datum 1)

- Dibuje y restrinja el perfil

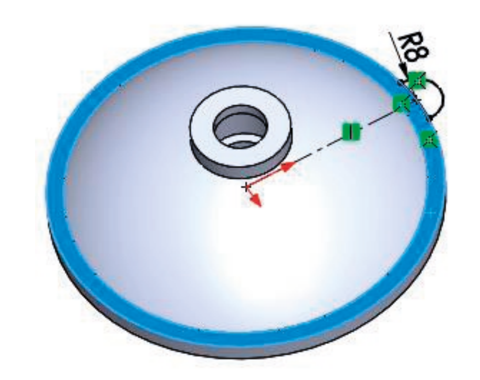
Observe que el centro del casquete esférico está por debajo del plano de base

- Aplique barrido por revolución



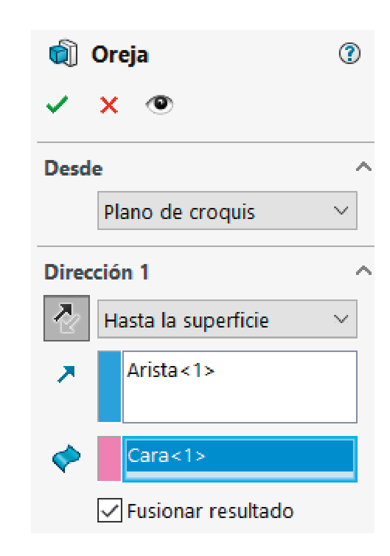
Para obtener las orejas:

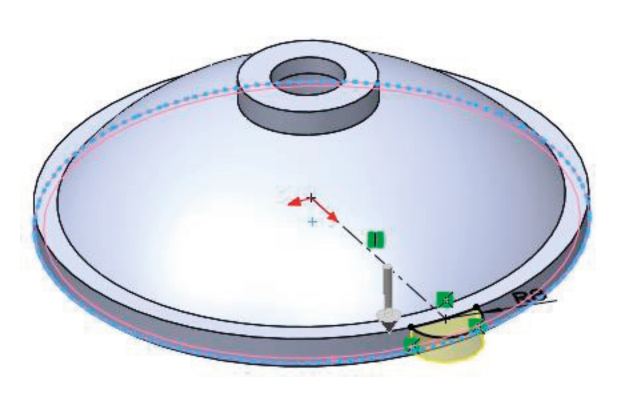
√ Defina la cara superior del borde del cuerpo como plano de trabajo (Datum 2)



√ Dibuje y restrinja el perfil de una oreja

√ Extruya hasta la profundidad de la repisa

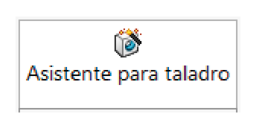




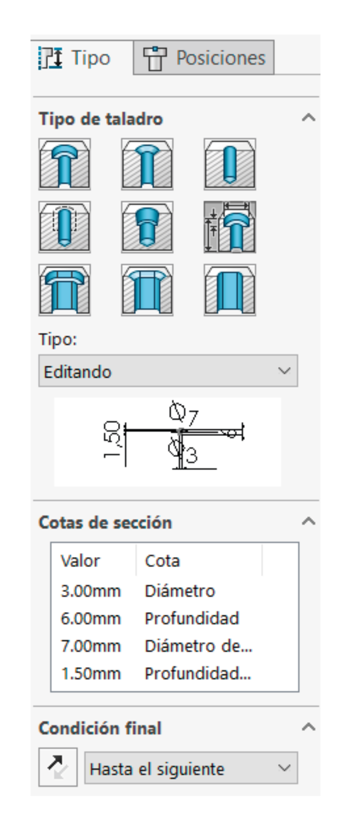
Ejecución

Para obtener un taladro refrentado:

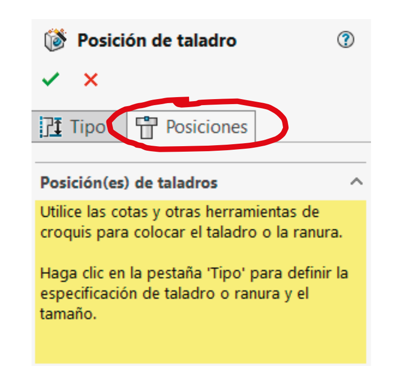
√ Seleccione el *Asistente para taladro*



√ Configure los parámetros del taladro de legado

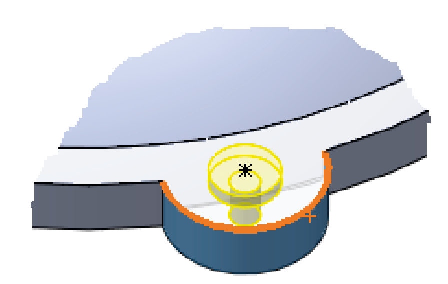


√ Pulse la pestaña de *Posiciones*



√ Seleccione la cara superior de la oreja (Datum 2)

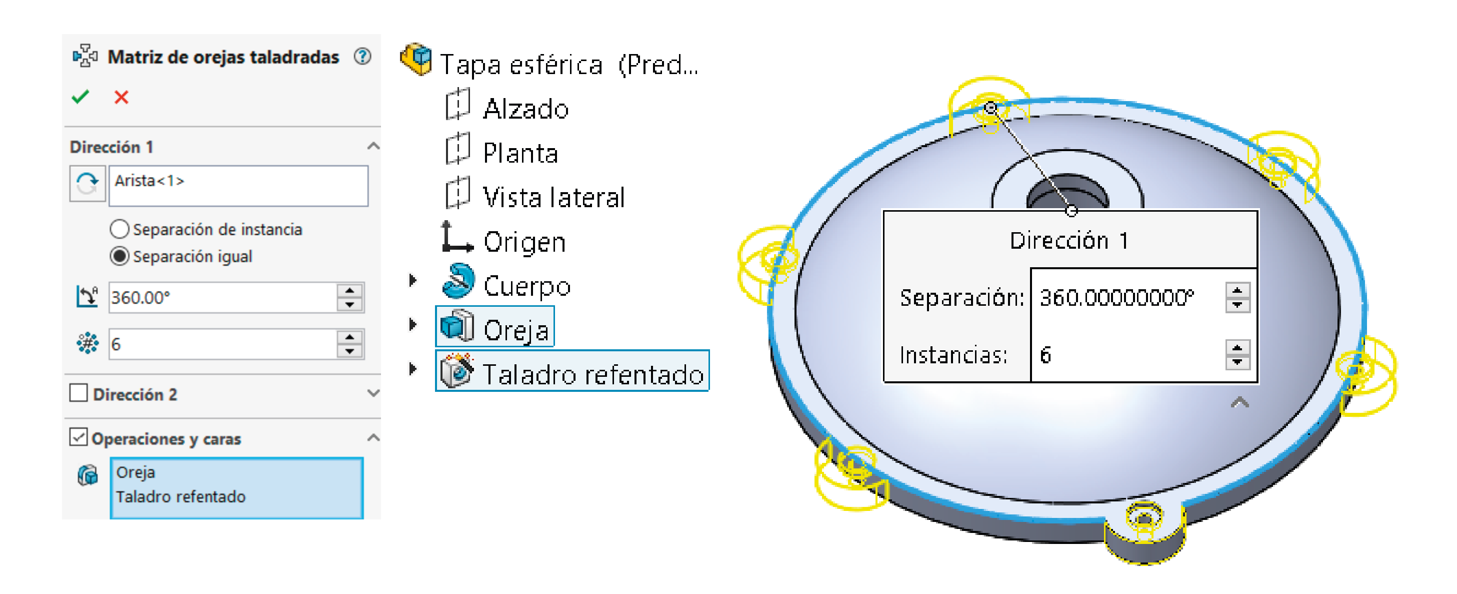
√ Coloque el agujero concéntrico con el borde de la oreja



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

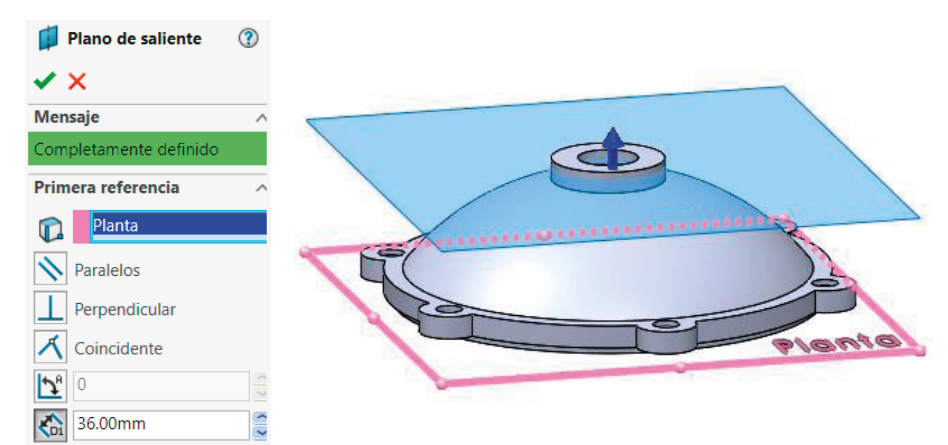
Aplique *Matriz circular* para obtener las otras cinco orejas taladradas



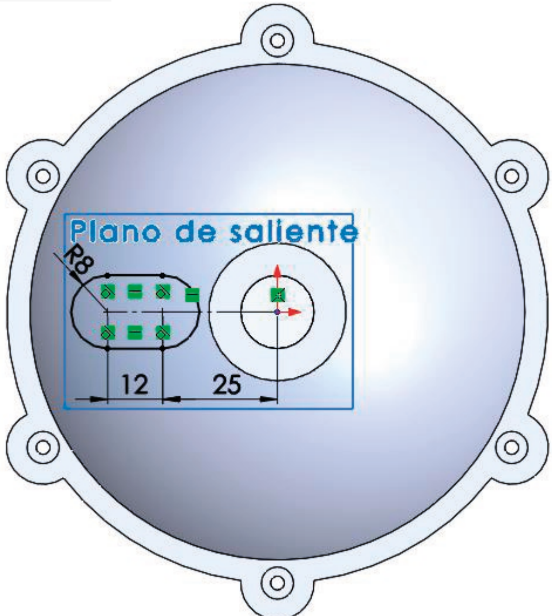
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Para obtener el saliente con ranuras colisas:

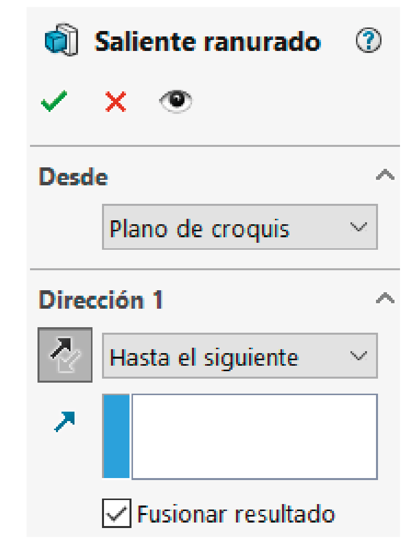
- √ Defina un plano paralelo a la planta como plano de trabajo (Datum 3)

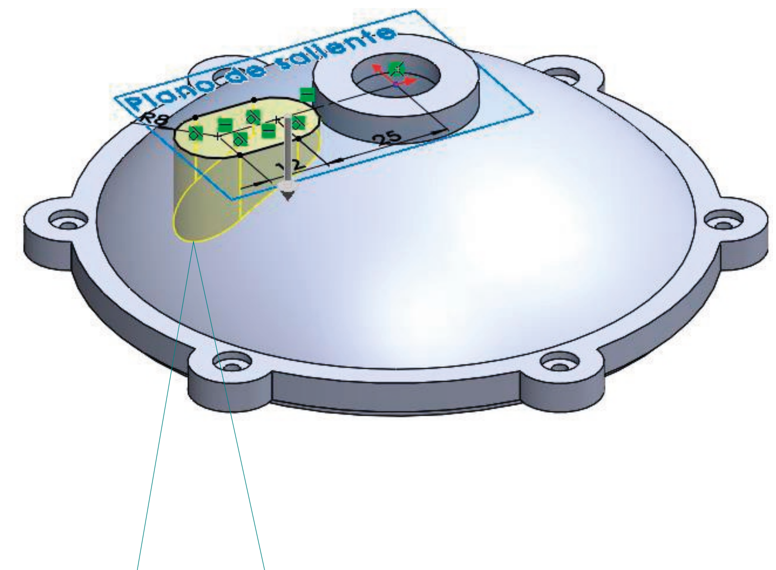


- √ Dibuje y restrinja el perfil



√ Extruya *Hasta el siguiente*





La curva de intersección se obtiene automáticamente como resultado de la extrusión

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

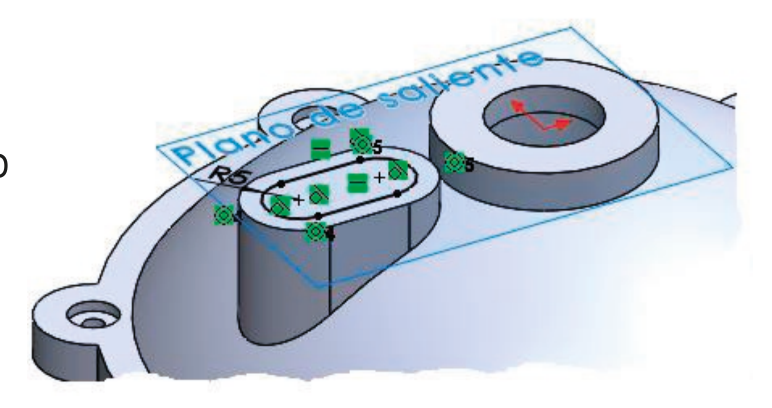
Ejecución

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

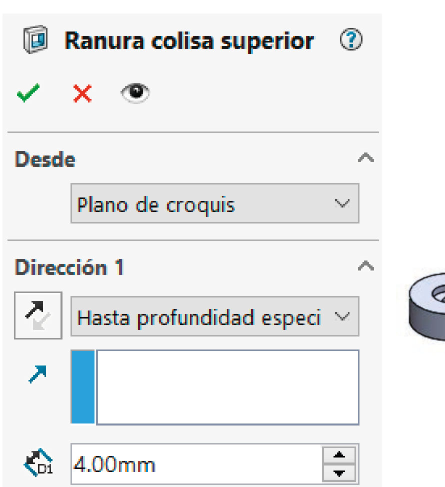
Para obtener los agujeros colisos del saliente:

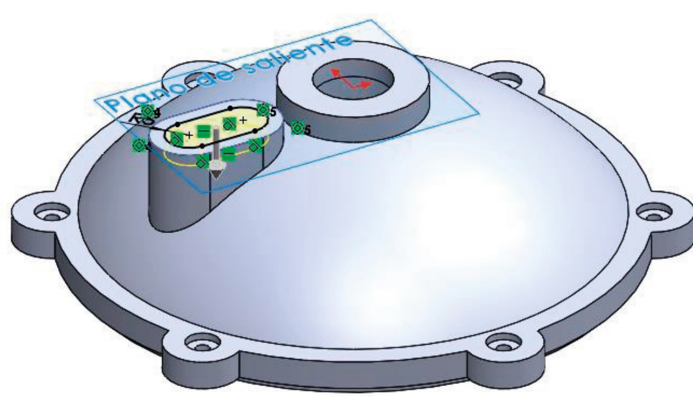
√ Defina la cara superior del saliente como plano de trabajo (Datum 3)

√ Dibuje un perfil coliso y concéntrico con el contorno del saliente



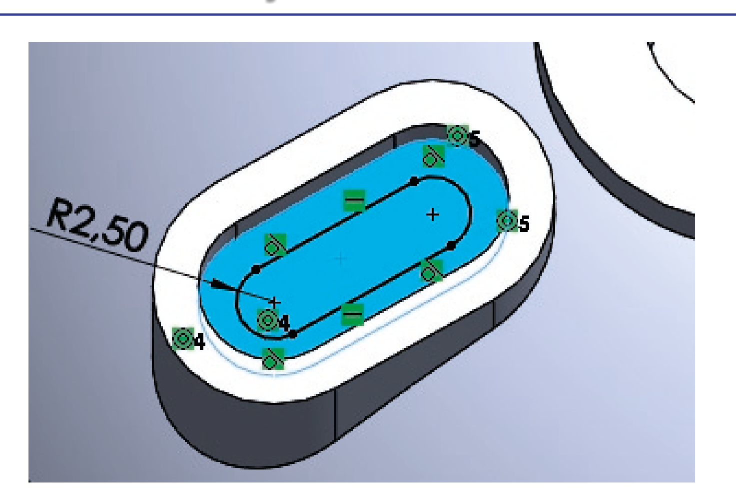
√ Aplique agujero extruido *Hasta profundidad especificada*

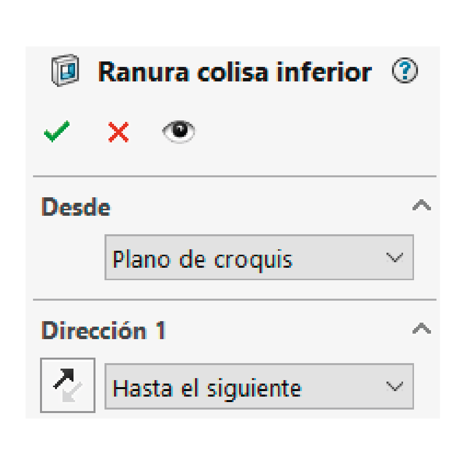


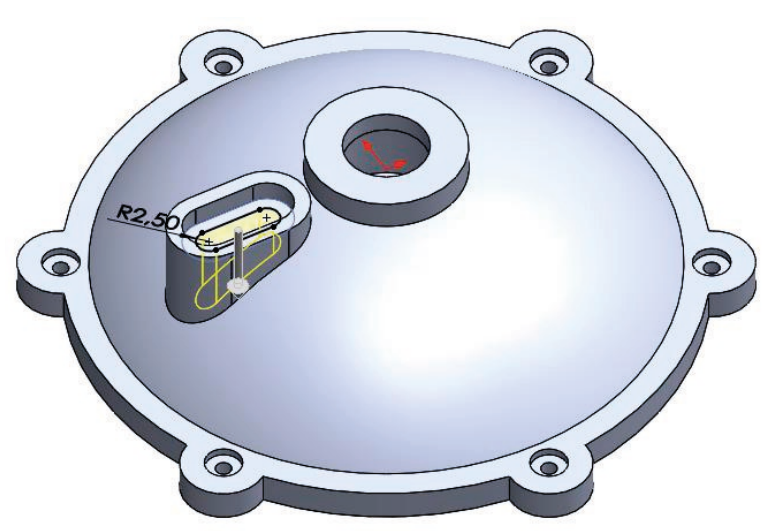


Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

√ Repita el procedimiento, desde el fondo del agujero (Datum 4), para obtener el segundo tramo del agujero







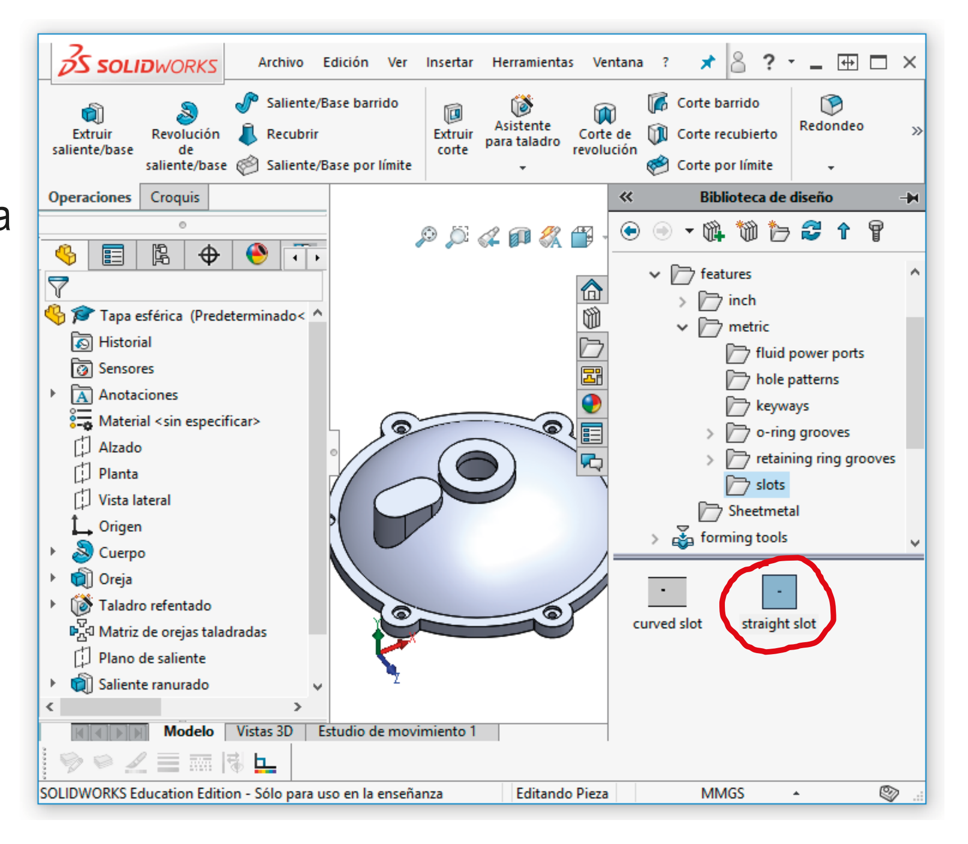
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



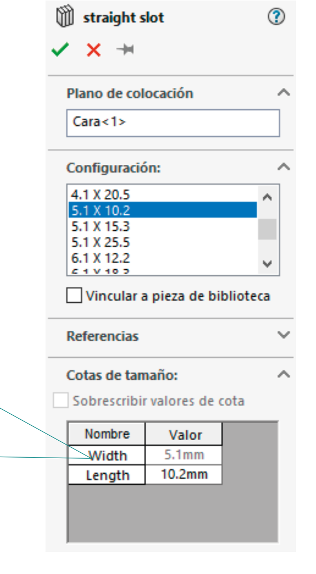
Alternativamente, puede modelar los agujeros colisos del saliente mediante una característica de librería:

√ Seleccione el elemento de la biblioteca de *features* y defina su posición "arrastrándolo" hasta el modelo

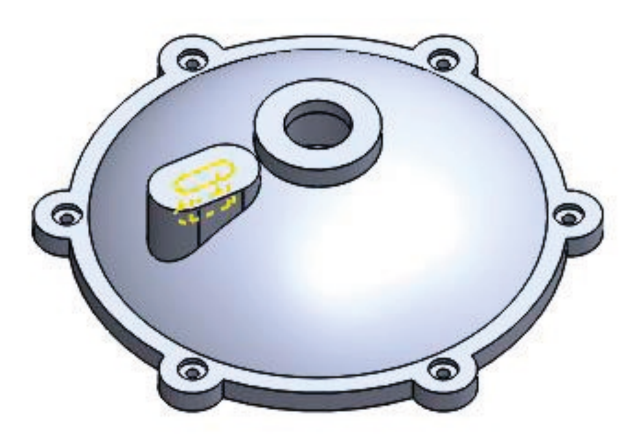


Ejecución

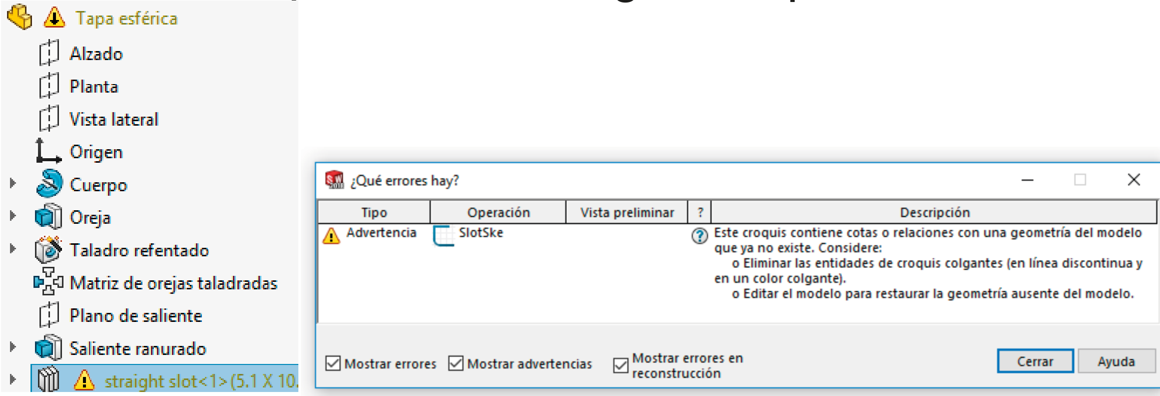
√ Seleccione los parámetros apropiados para obtener la instancia deseada



Edite los parámetros si la configuración buscada no coincide con las de la librería



El problema es que suelen aparecer errores debidos a la inconsistencia de los parámetros asignados por defecto



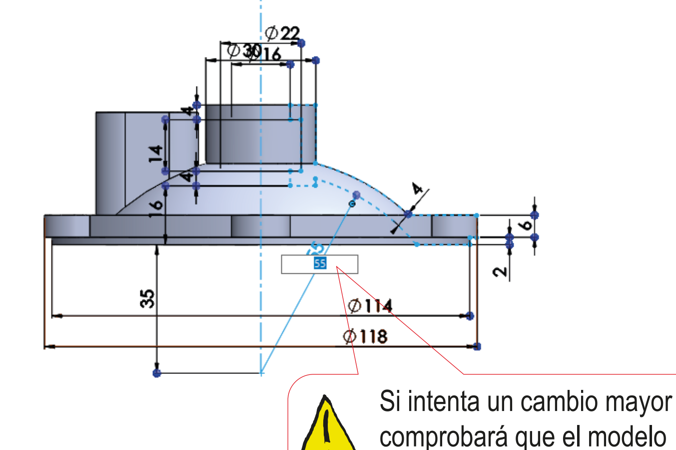
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Compruebe que los cambios son viables:

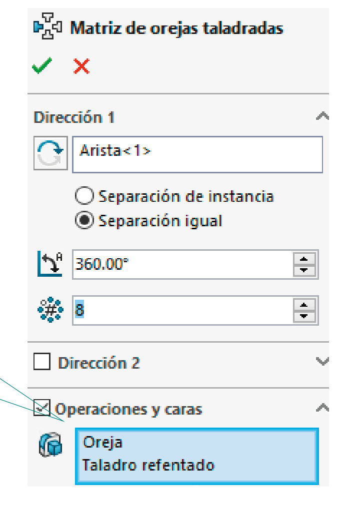
- Cambie el radio esférico a 55 mm
  - Seleccione el croquis que contiene la cota
  - Modifique la cota visualizada

Tapa esférica
Alzado
Planta
Vista lateral
Origen
Cuerpo
Croquis1
Oreja
Taladro refentado
Matriz de orejas taladradas
Plano de saliente
Saliente ranurado
Ranura colisa superior
Ranura colisa inferior

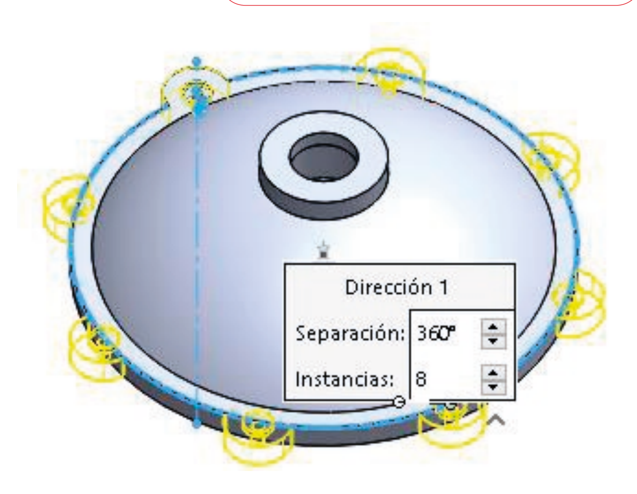


Si intenta un cambio mayor comprobará que el modelo es muy sensible a los cambios en las cotas críticas

- Edite la operación matriz para cambiar el número de orejas taladradas



Agrupar las orejas y los taladros en un único patrón simplifica el cambio



Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 El ejemplo muestra que algunas cáscaras sencillas se pueden obtener directamente mediante barridos de perfiles de pequeño espesor

Aunque dibujar el croquis de una cáscara de espesores variables puede llegar a resultar laborioso

2 El ejemplo también muestra que algunas curvas y superficies complejas pueden aparecer en piezas aparentemente sencillas

3 Extruir desde fuera hasta la superficie permite obtener intersecciones complejas de manera automática

4 Los patrones simplifican el modelado, y la edición, de formas repetitivas

5 Por último, se muestra que los elementos característicos de librería son difíciles de aplicar

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

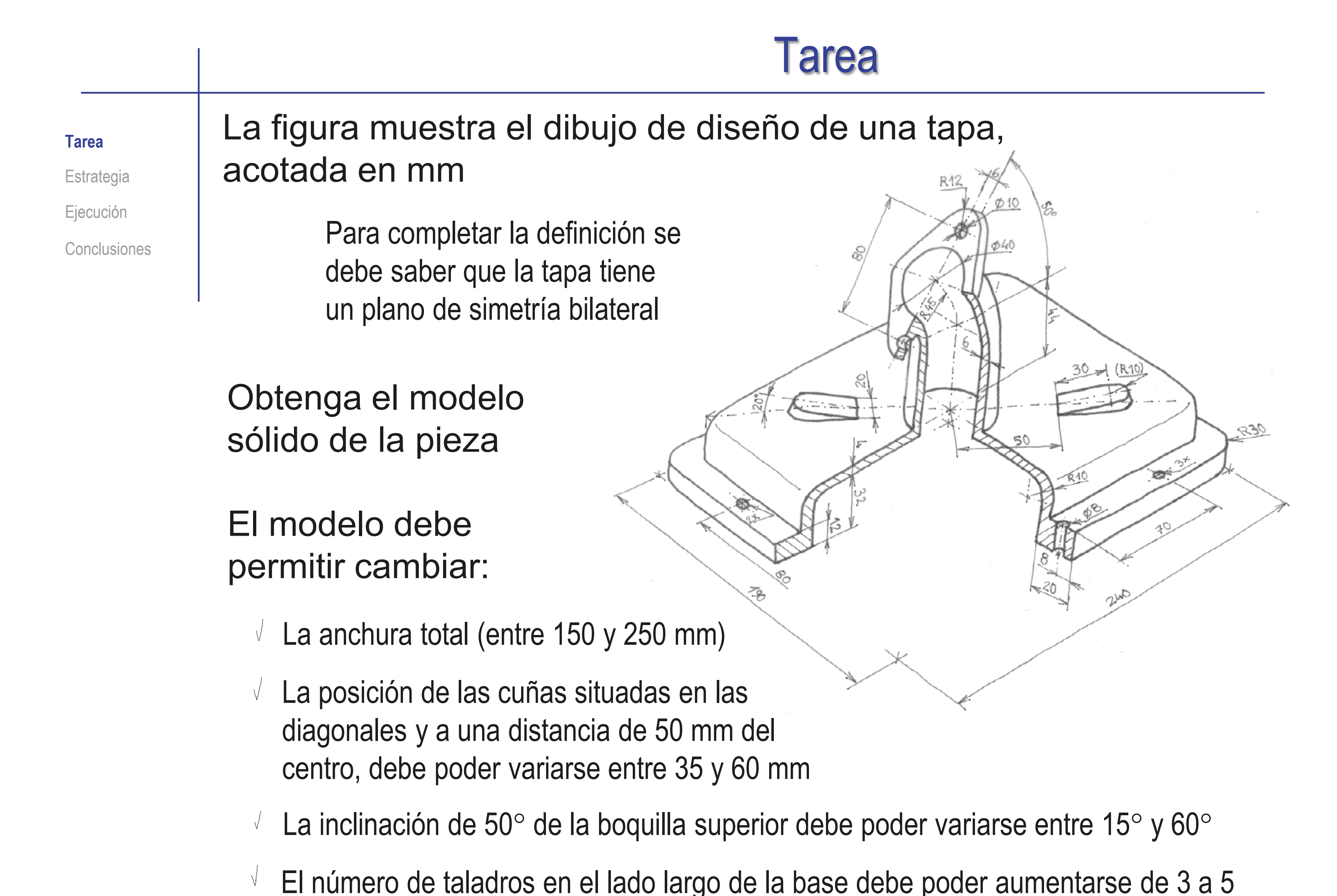
Ejercicio 1.8.2. Tapa con boquilla

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La figura muestra el dibujo de diseño de una tapa, acotada en mm

Para completar la definición se debe saber que la tapa tiene un plano de simetría bilateral



Obtenga el modelo sólido de la pieza

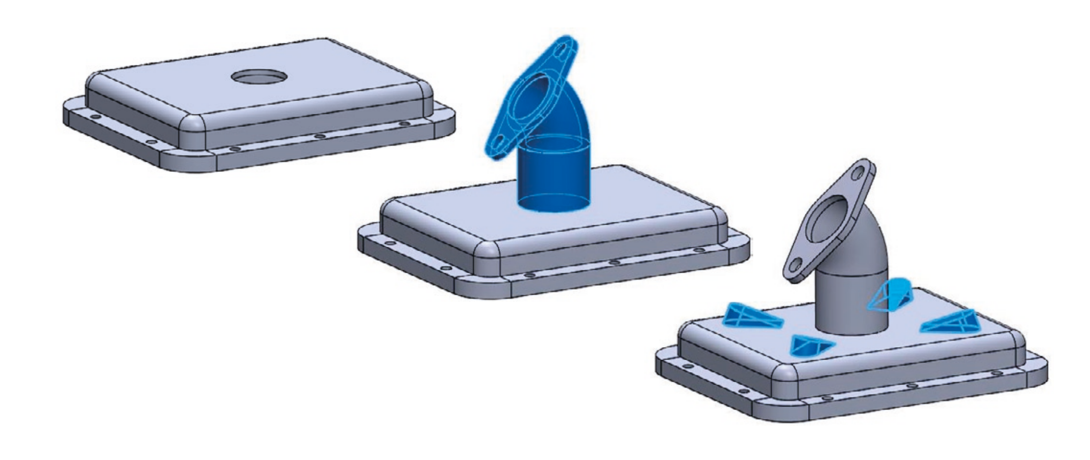
El modelo debe permitir cambiar:

- √ La anchura total (entre 150 y 250 mm)
- √ La posición de las cuñas situadas en las diagonales y a una distancia de 50 mm del centro, debe poder variarse entre 35 y 60 mm
- √ La inclinación de 50° de la boquilla superior debe poder variarse entre 15° y 60°
- √ El número de taladros en el lado largo de la base debe poder aumentarse de 3 a 5

Estrategia

Descomponga el modelo en tres partes principales:

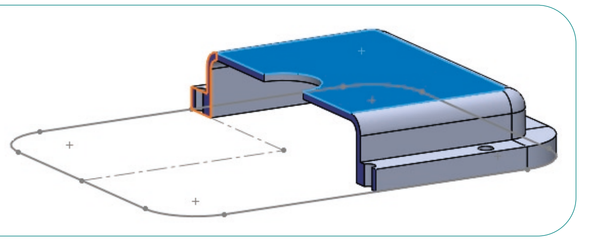
- √ Tapa
- √ Boquilla
- √ Cuñas





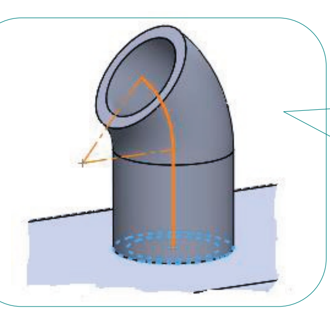
La tapa no se modela como una única cáscara porque el marco no se tiene que vaciar

Modele el marco como un barrido, y añada la parte plana después





La boquilla se modela fácilmente mediante un barrido

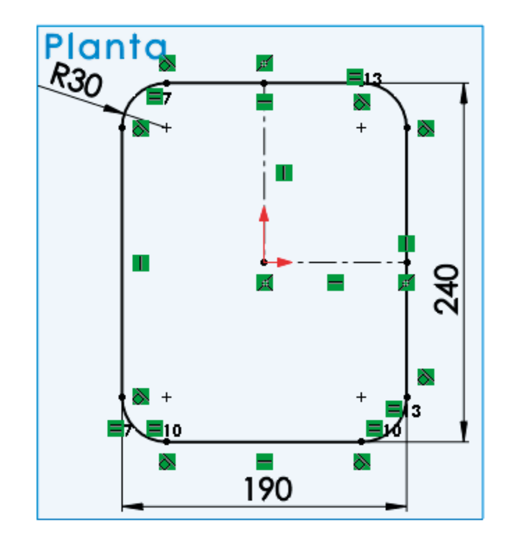


Luego se completa con la brida

Obtenga la tapa:

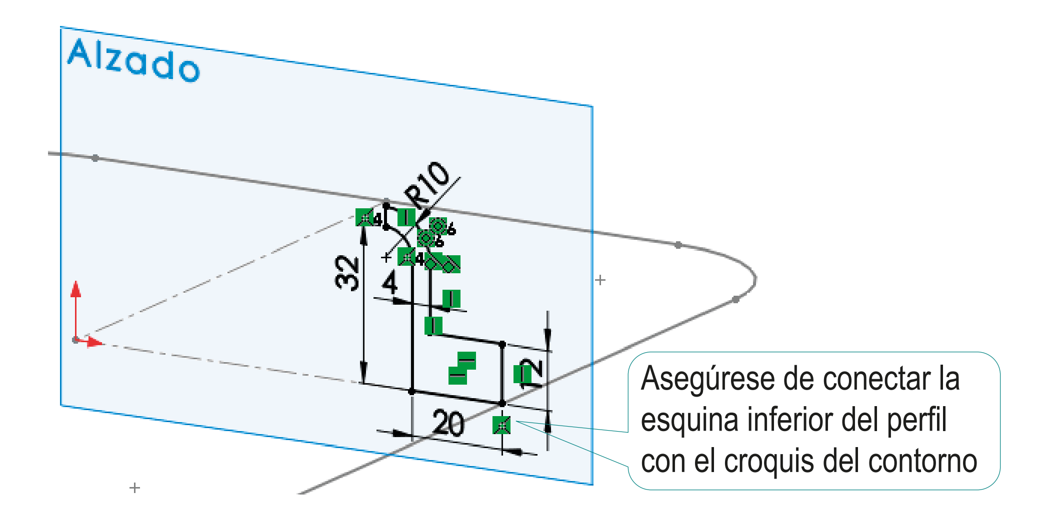
√ Utilice la planta como plano de croquis

√ Dibuje el contorno del marco



√ Utilice el alzado como plano de croquis

√ Dibuje el perfil del marco



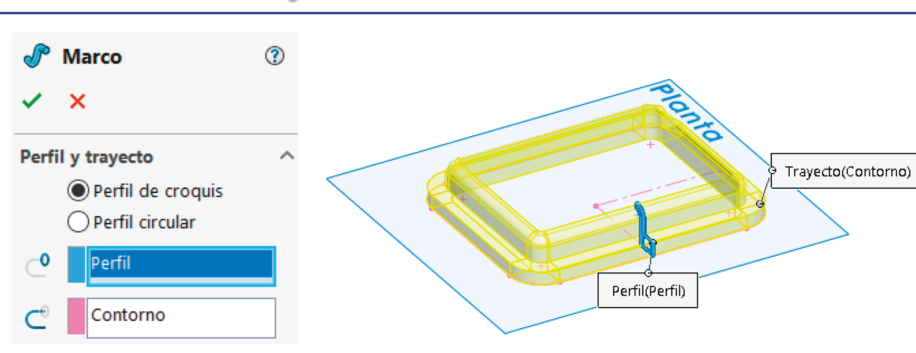
Asegúrese de conectar la esquina inferior del perfil con el croquis del contorno

ISBN: 978-84-18432-81-1

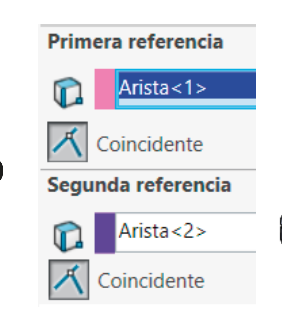
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

- Utilice un barrido para obtener el marco

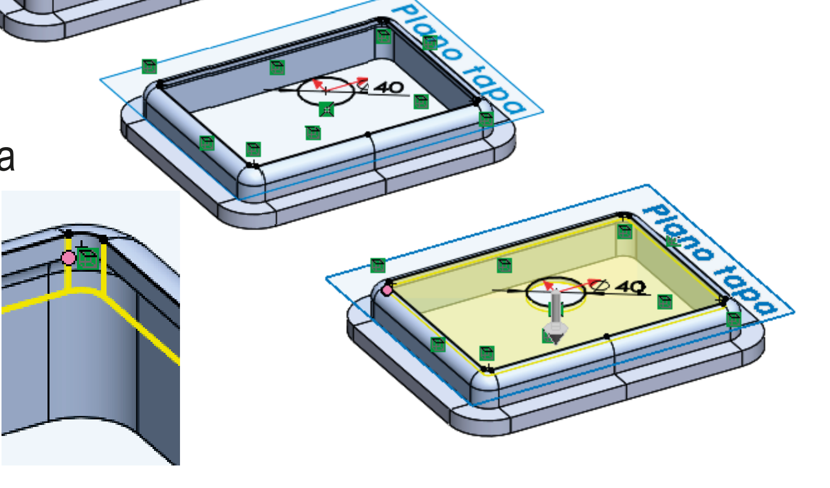


- Defina un plano datum en el borde superior del marco



- Use *Convertir entidades* para dibujar un croquis que defina el borde del marco, y añada un círculo para el agujero de la tapa

- Extruya *Hasta el vértice* para cerrar la tapa con el mismo espesor del marco



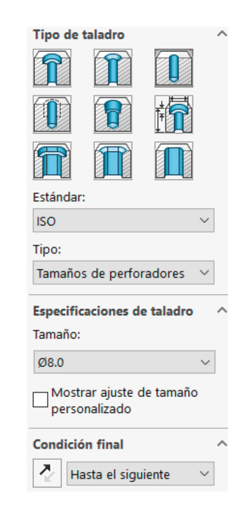
ISBN: 978-84-18432-81-1

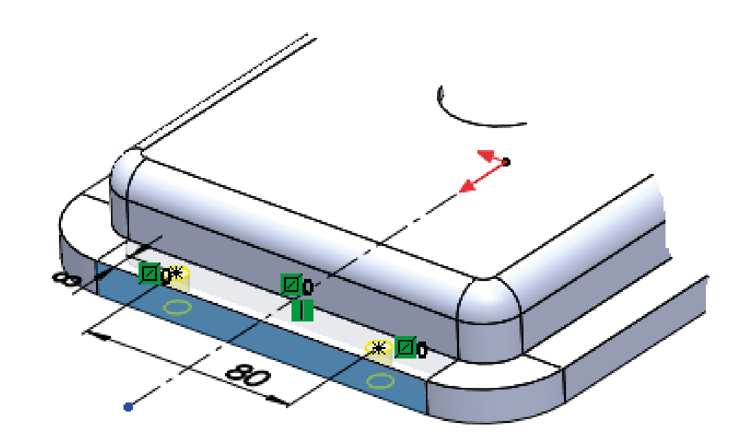
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Añada los taladros delanteros

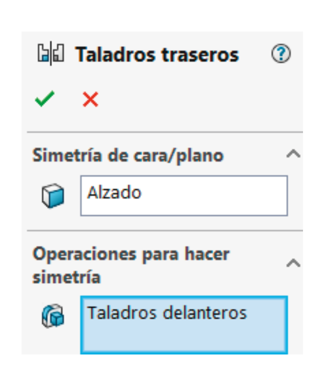
√ Defina el tipo de taladro

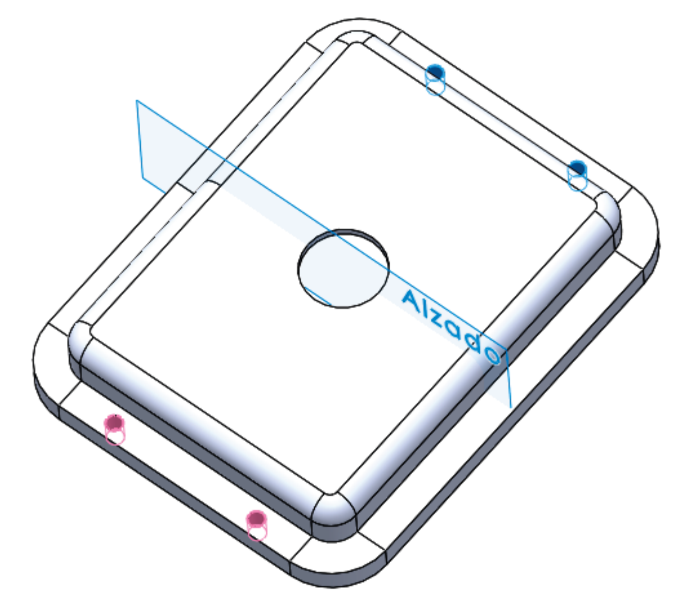
√ Seleccione el borde del marco y coloque los taladros





√ Obtenga los taladros traseros mediante simetría respecto al *Alzado*



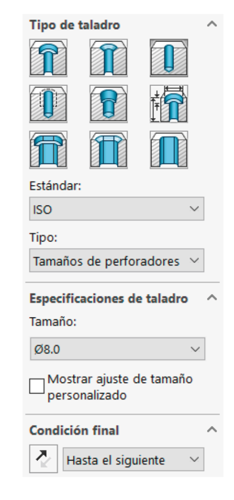


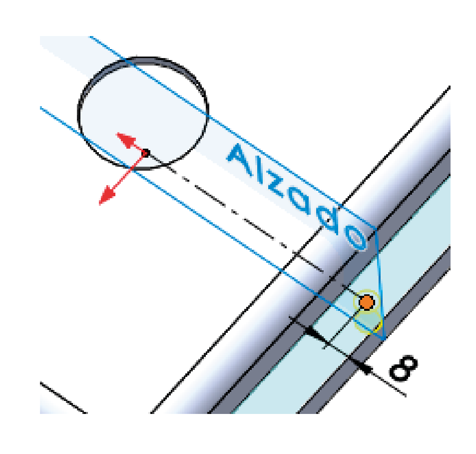
Ejecución

√ Añada el taladro derecho central

√ Defina el tipo de taladro

√ Seleccione el borde del marco y coloque el taladro

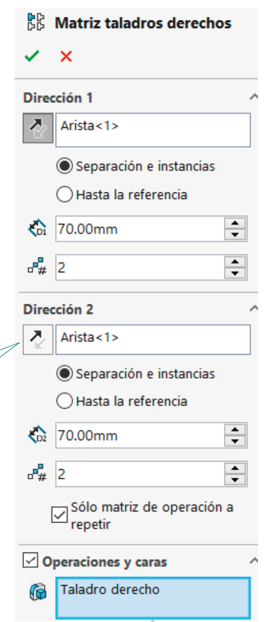


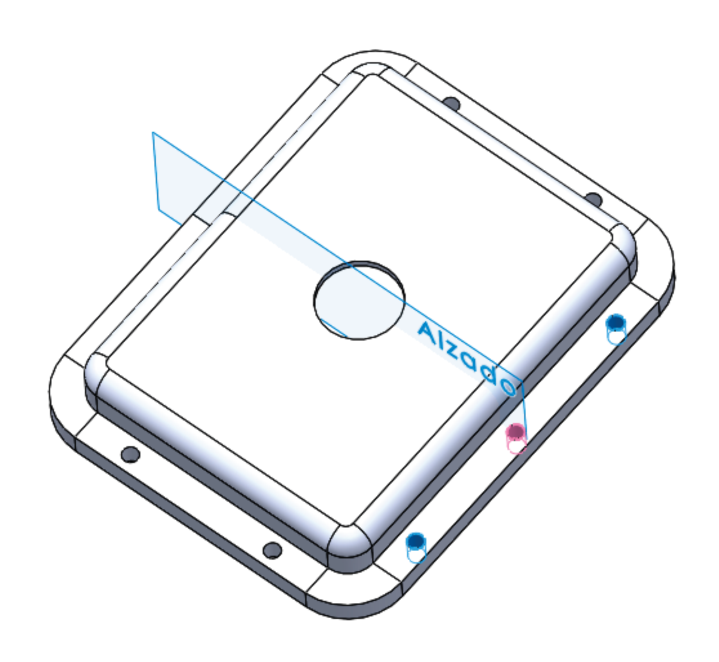


√ Obtenga los otros taladros derechos mediante patrón

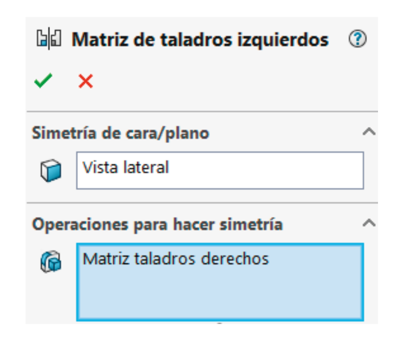
Así se asegura que la cantidad de taladros será fácil de editar al modificar el modelo

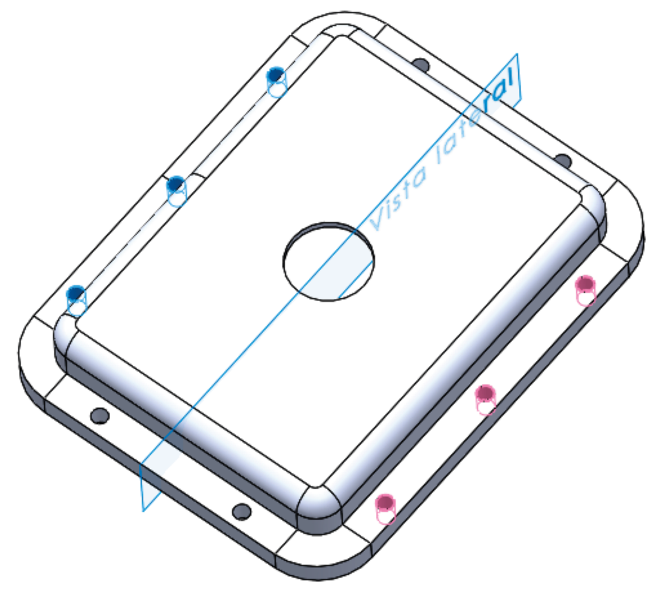
Se utilizan dos direcciones opuestas para garantizar la simetría al cambiar el número





√ Obtenga los taladros izquierdos mediante simetría respecto al *Plano lateral*







El complejo proceso seguido para obtener los taladros mediante diferentes simetrías servirá para poder editar fácilmente su número

Alternativamente, se podría haber dibujado un croquis "plantilla", marcando la posición de todos los taladros

Esa estrategia ayudaría a cambiarlos fácilmente de posición…
…pero sería siendo un poco más complicado cambiar su cantidad

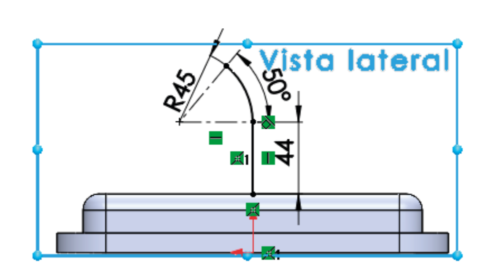
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga la boquilla:

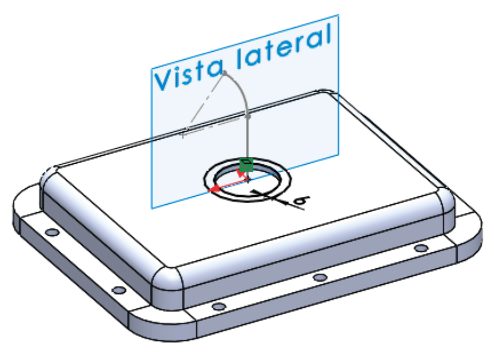
√ Utilice la vista lateral como plano de croquis

√ Dibuje trayecto de la boquilla

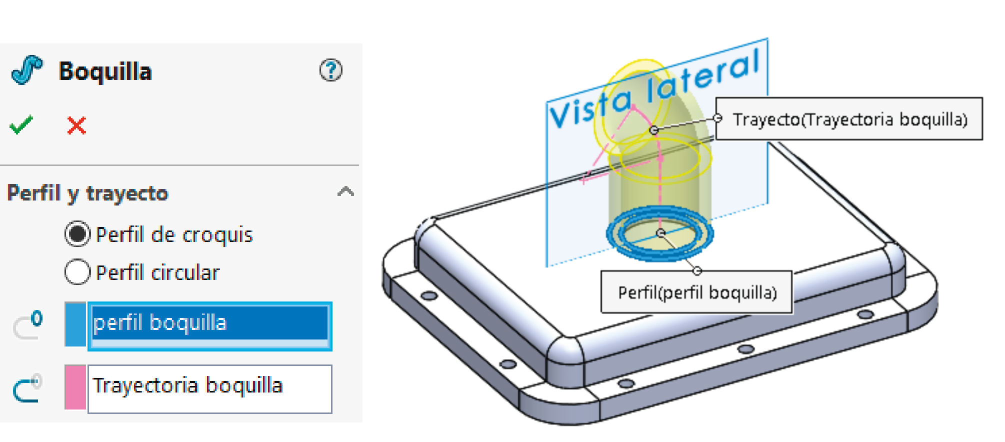


√ Utilice la tapa como plano de croquis

√ Dibuje el perfil de la boquilla



√ Haga un barrido para obtener la boquilla

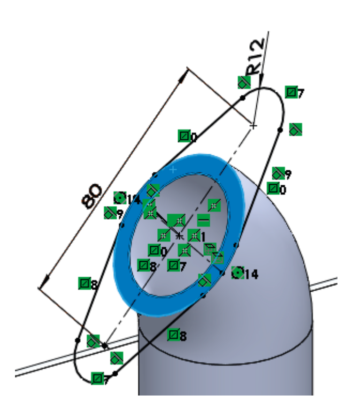


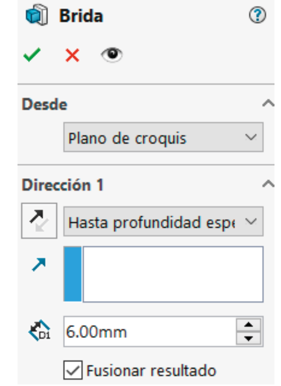
ISBN: 978-84-18432-81-1

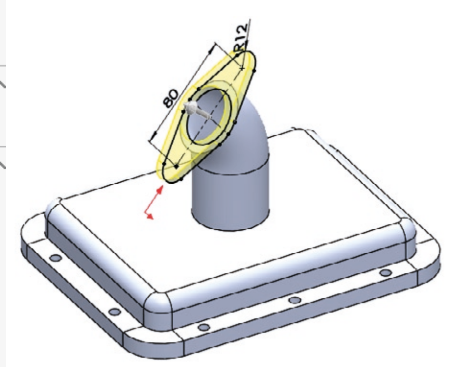
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Utilice el borde de la boquilla como plano de croquis

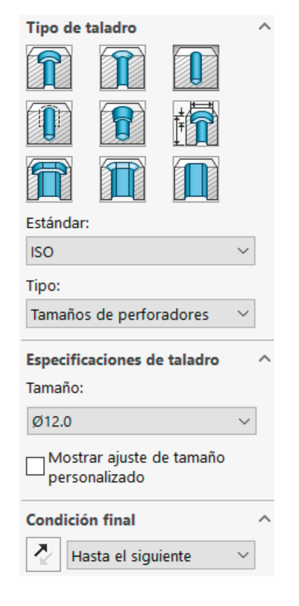
√ Dibuje el contorno de la brida y extruya

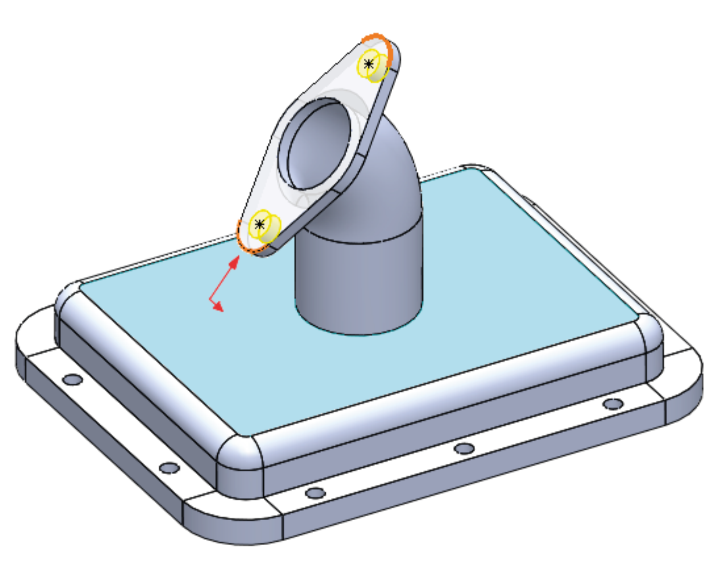






√ Añada dos taladros



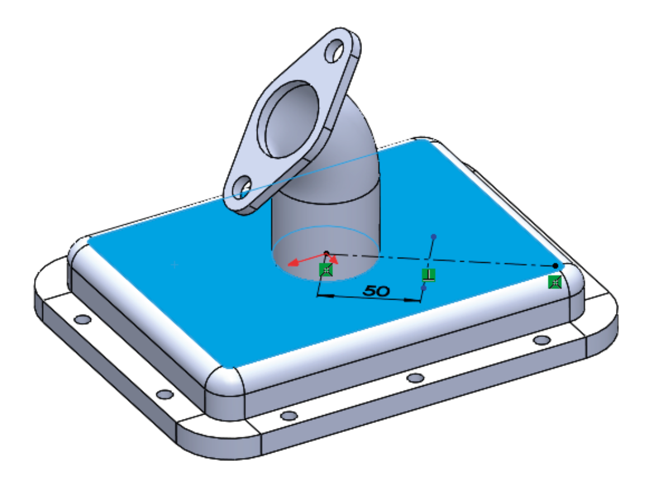


ISBN: 978-84-18432-81-1

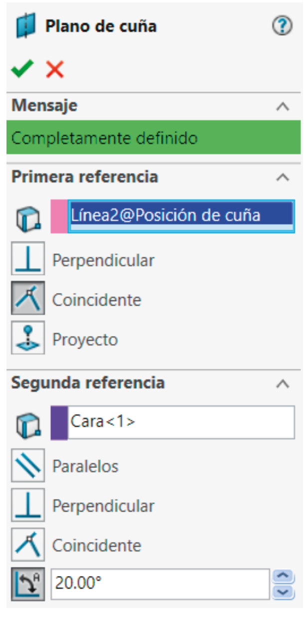
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

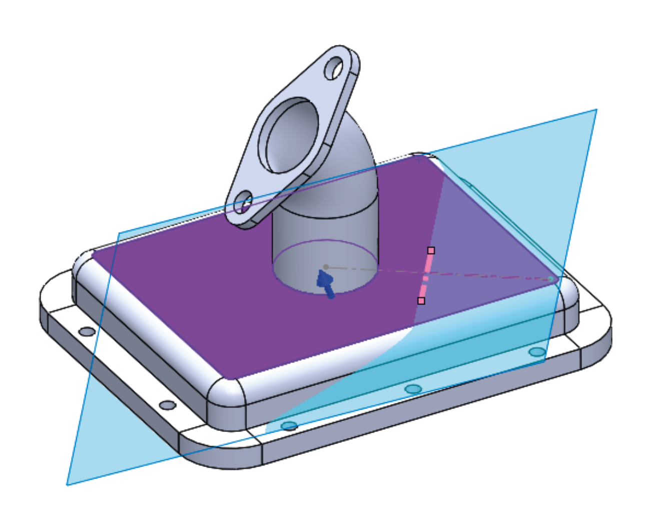
Obtenga una cuña:

√ Dibuje un croquis datum en la cara superior de la tapa



√ Obtenga un plano datum que pase por el eje datum dibujado antes, y tenga una inclinación de 20° respecto a la tapa



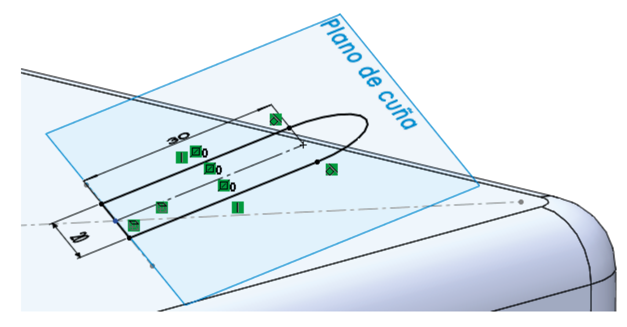


ISBN: 978-84-18432-81-1

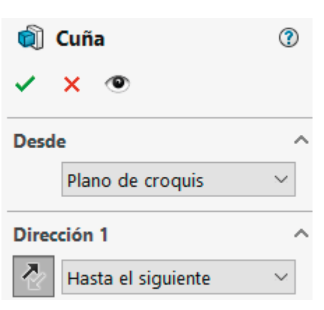
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

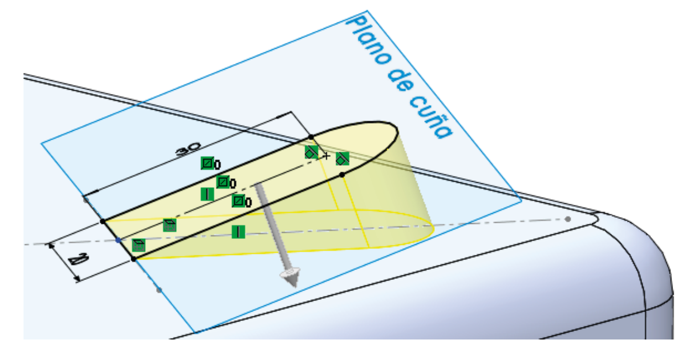
Obtenga una cuña:

- Utilice el plano datum de cuña para dibujar el contorno de la cuña

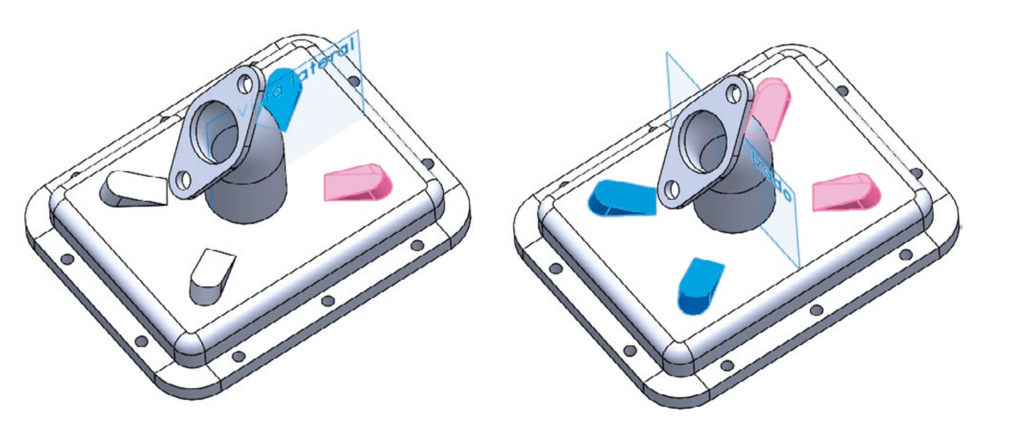


- Extruya *Hasta el siguiente*, para que se calcule automáticamente la intersección entre la cuña y la tapa





- Obtenga el resto de cuñas mediante una doble simetría

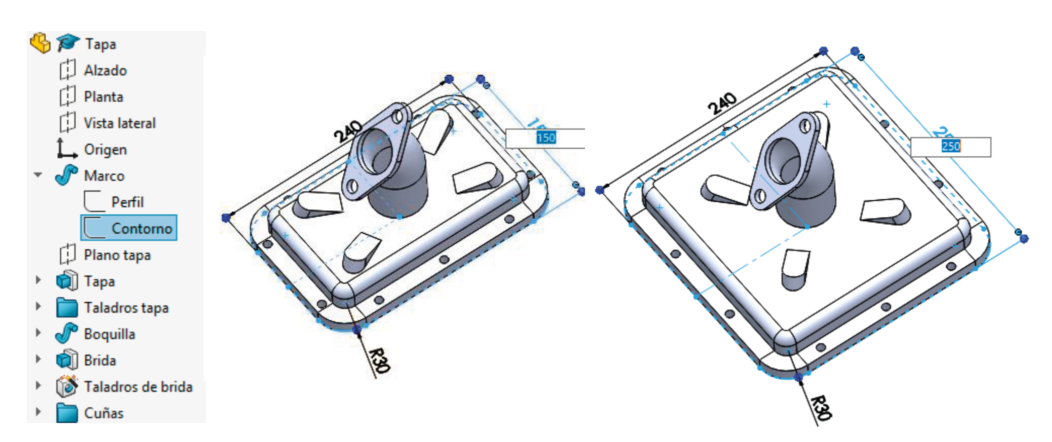


ISBN: 978-84-18432-81-1

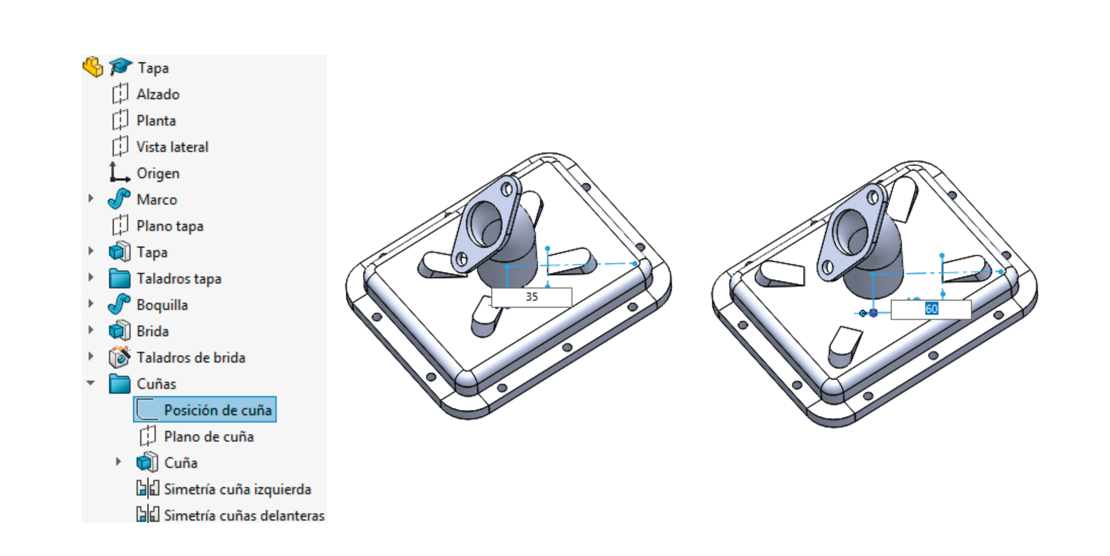
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Edite el modelo para comprobar que soporta los cambios indicados:

- Cambie la anchura total al valor mínimo de 150 mm
  - Seleccione el croquis que contiene la cota
  - Modifique la cota visualizada
- Cambie la anchura total al valor máximo de 250 mm

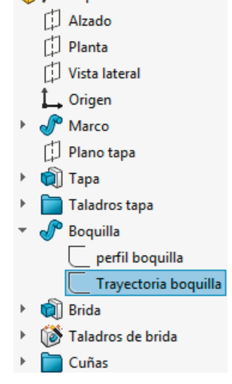


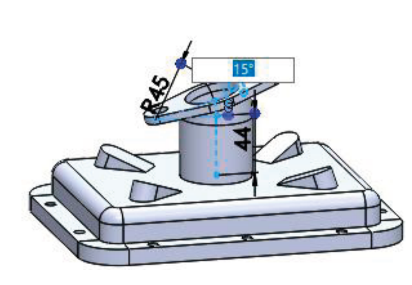
- Cambie la posición de las cuñas a 35 mm
- Cambie la posición de las cuñas a 60 mm

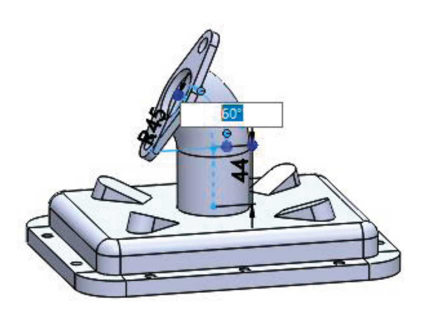


Ejecución

√ Cambie la inclinación de la boquilla a 15°

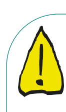




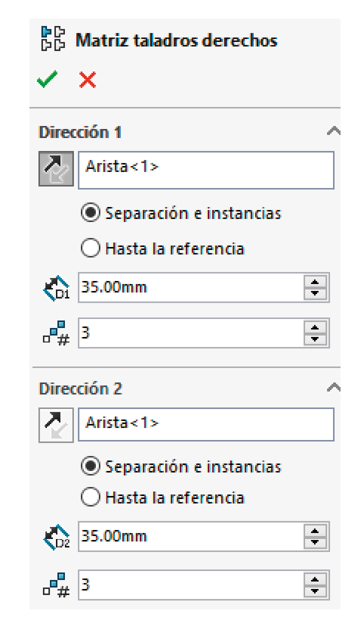


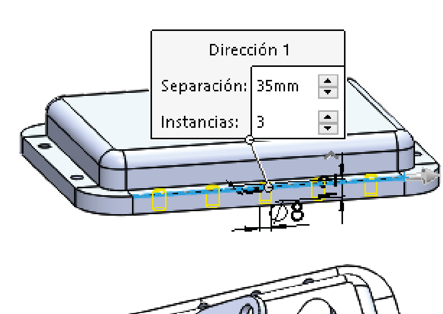
√ Cambie la inclinación de la boquilla a 60°

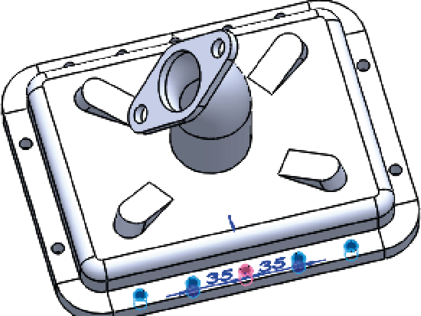
√ Cambie el número de taladros laterales de 3 a 5



Aunque no se pide explícitamente, para que el resultado sea viable, la separación entre taladros debe disminuirse a 35 mm, para que la separación máxima siga siendo 70 mm







Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 La estrategia de modelado es:

- √ Utilizar barridos para construir los elementos tipo cáscara
- √ Complementar mediante extrusiones y taladros

2 La viabilidad de los cambios de diseño depende de la estrategia de modelado, por lo que deben tenerse en cuenta antes de empezar a modelar

3 Descomponer los patrones complejos en combinaciones de simetrías y patrones simples facilita que los cambios del modelo no rompan la simetría

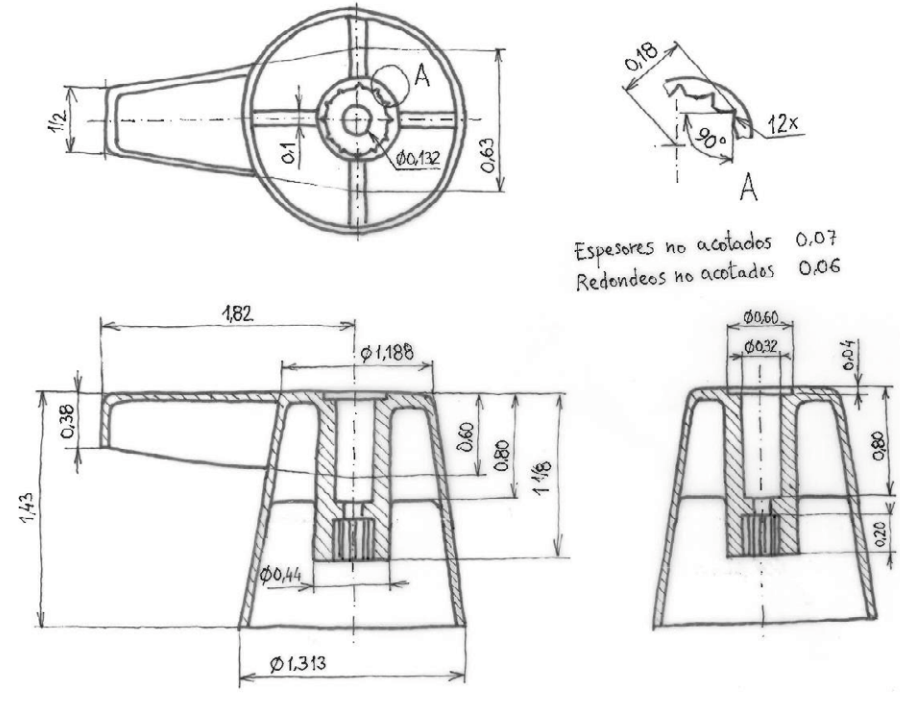
Ejercicio 1.8.3. Maneta de grifo

Tarea

- **Tarea**
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones

La figura muestra el dibujo de diseño de una maneta de grifo doméstico

- √ La figura está acotada en pulgadas
- √ Las vistas ortográficas están representadas en el método del primer diedro
- √ La maneta tiene un plano de simetría bilateral



Obtenga el modelo sólido de la pieza

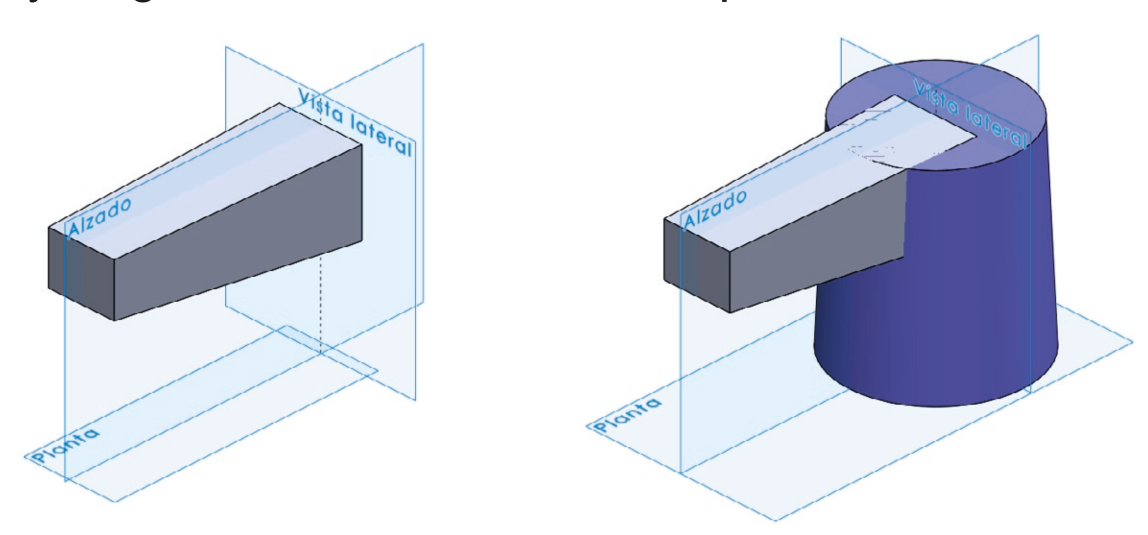
El modelo debe permitir cambiar:

- √ La altura total (entre 1.30 y 1.8 pulgadas)
- √ La longitud de la palanca debe poder variarse entre 1.50 y 2 pulgadas
- √ La punta de la palanca debe poder estrecharse hasta .3 pulgadas

Estrategia

La intersección de la palanca con el tronco de cono central es compleja

El recomendable modelar la palanca hasta el centro y luego intersectarla con el cuerpo central



Por tanto, ambas partes se modelan como sólidos, para después vaciarlas

ISBN: 978-84-18432-81-1

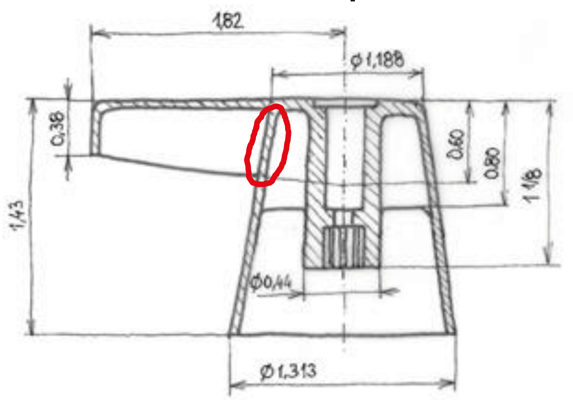
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

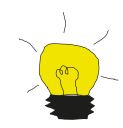
Estrategia



La pieza es de tipo cáscara, con un espesor constante de 0.07 pulgadas…

…pero no se puede vaciar el sólido en una única operación, porque hay un tabique de separación entre la cáscara del cuerpo central y la palanca





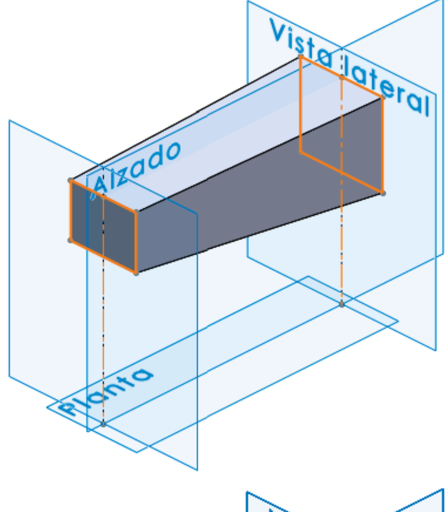
Se puede vaciar el cuerpo central mediante una revolución…

…para luego hacer un vaciado de la palanca, cuya geometría es más difícil de vaciar mediante una operación de barrido

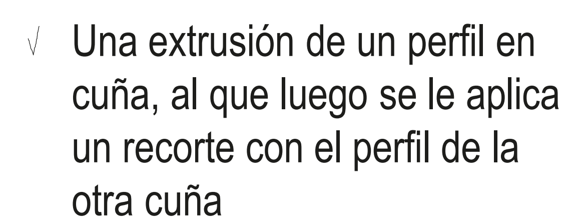
Estrategia

La palanca tiene forma de doble cuña (se ensancha en horizontal y en vertical) por lo que se puede modelar de dos formas:

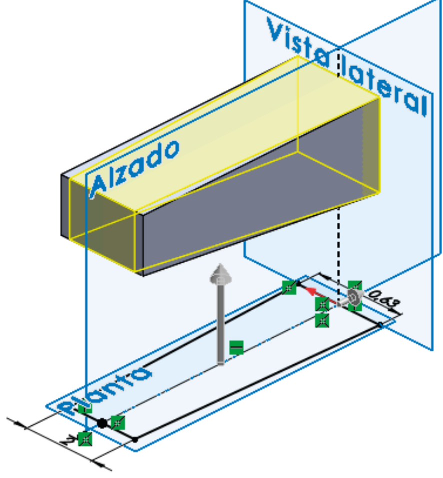
√ Un recubrimiento entre dos secciones rectangulares



√ Una extrusión de un perfil en cuña, al que luego se le aplica un recorte con el perfil de la otra cuña

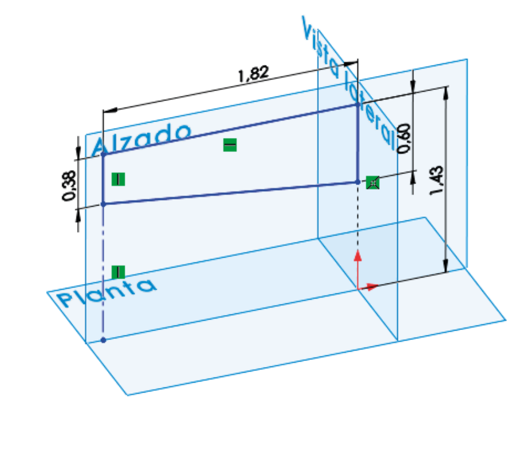


Esta alternativa requiere hacer la palanca antes que el cuerpo troncocónico, para que la operación de recorte de la palanca no afecte a su intersección con el cuerpo

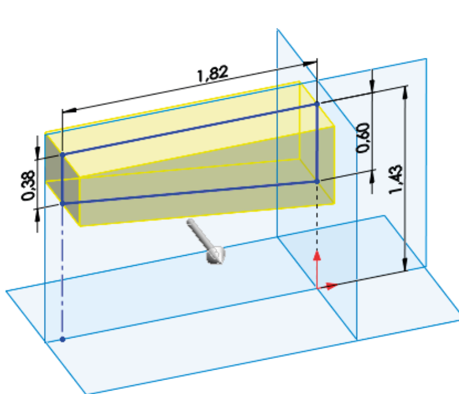


Modele la palanca:

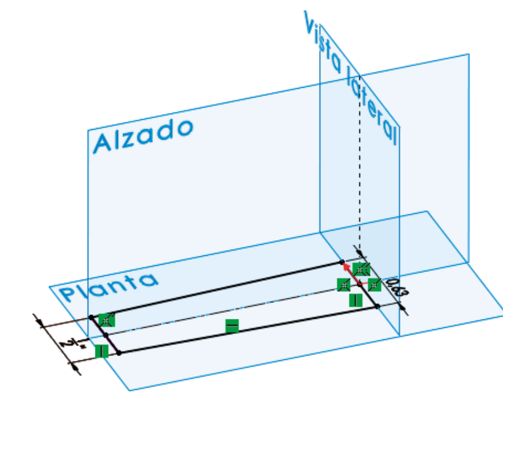
√ Dibuje el perfil en cuña en el alzado



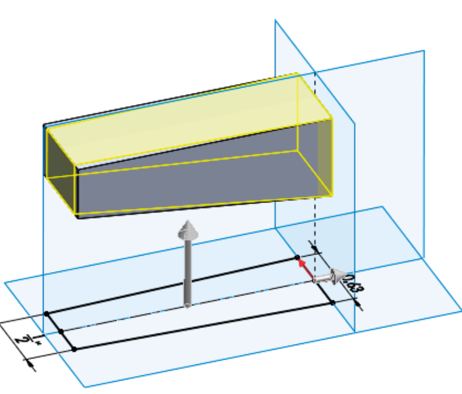
√ Extruya a ambos lados



√ Dibuje el otro perfil en cuña en la planta



√ Haga un corte extruido para eliminar la parte exterior de la palanca

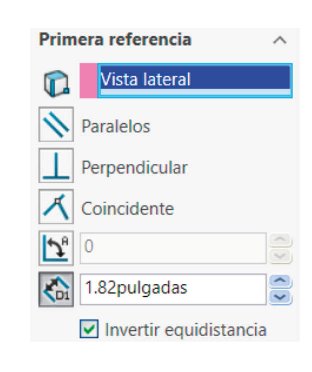


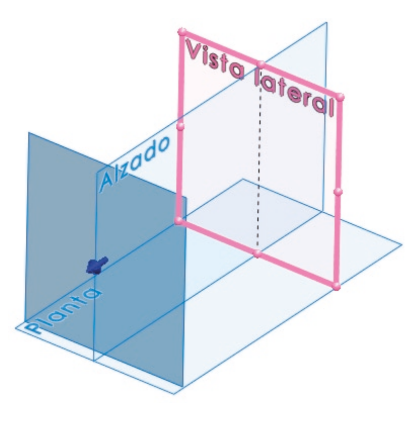
ISBN: 978-84-18432-81-1

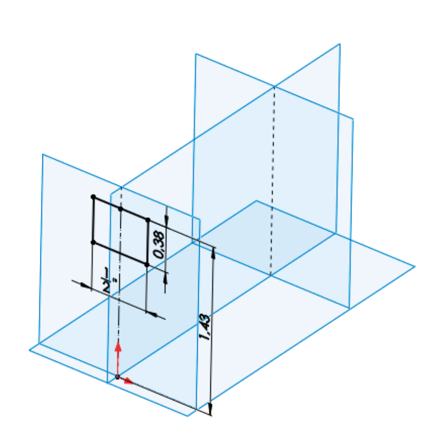
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Alternativamente, obtenga la palanca por recubrimiento:

- √ Obtenga un plano datum en el extremo de la palanca

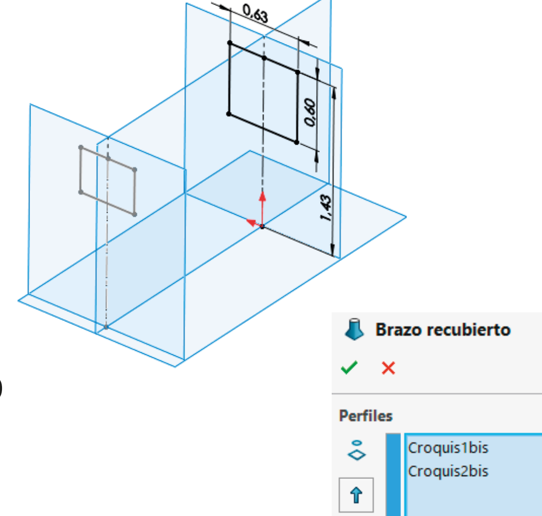




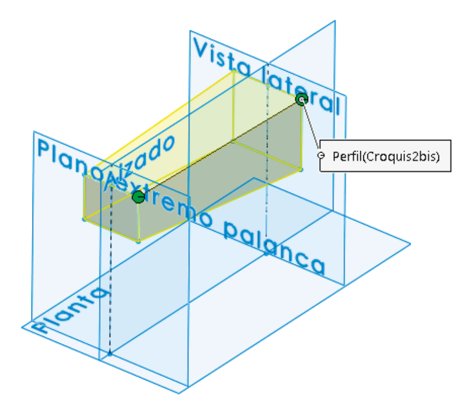


- √ Dibuje la sección exterior de la palanca

- √ Dibuje la sección interior de la palanca en la vista lateral



- √ Haga un recubrimiento



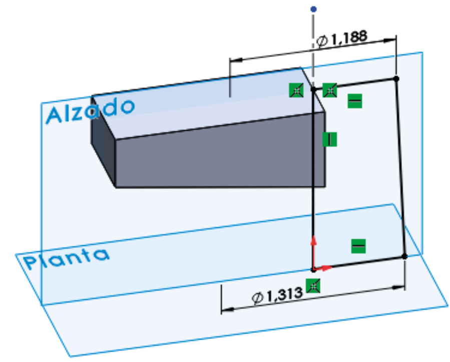
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

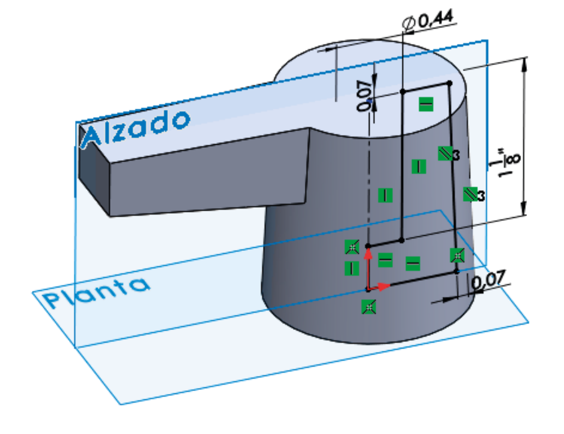
Modele el cuerpo cónico:

√ Dibuje el perfil de revolución en el alzado

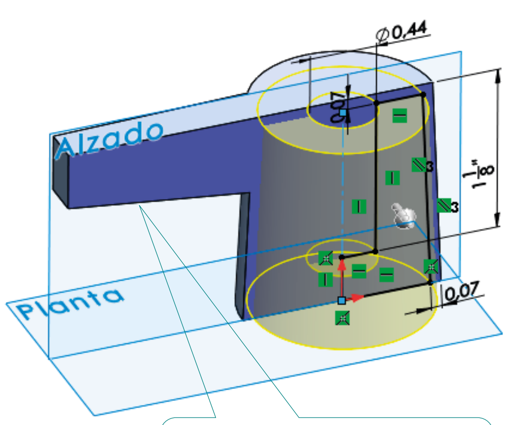


√ Aplique un barrido de revolución, fusionando el resultado

√ Dibuje la sección interior del cuerpo troncocónico, incluyendo el pivote central



√ Elimine material mediante un corte de revolución

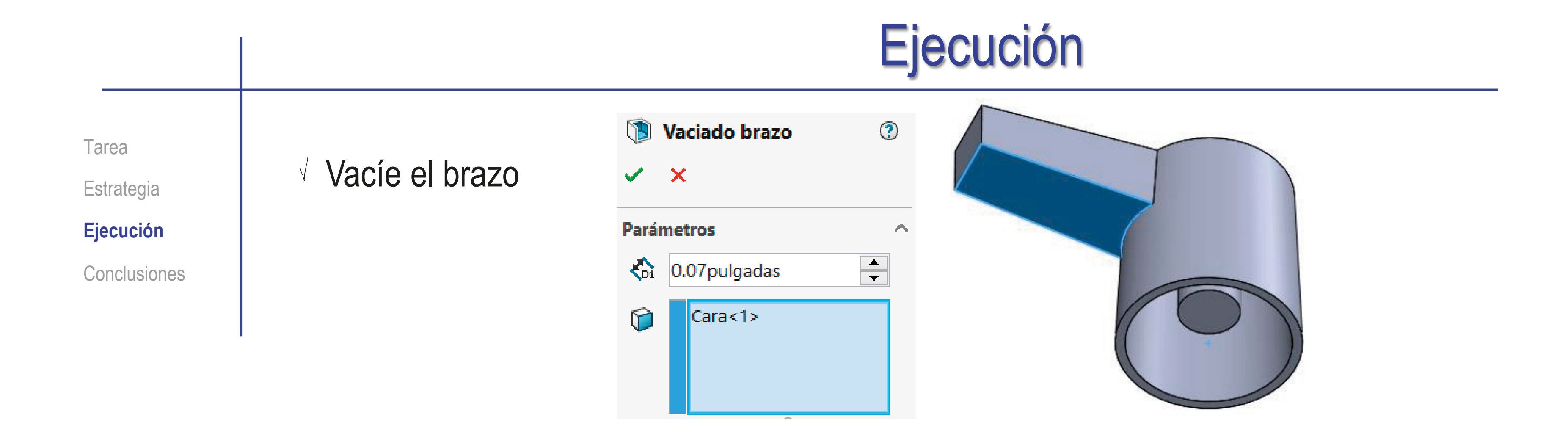


Observe que la palanca sigue siendo sólida

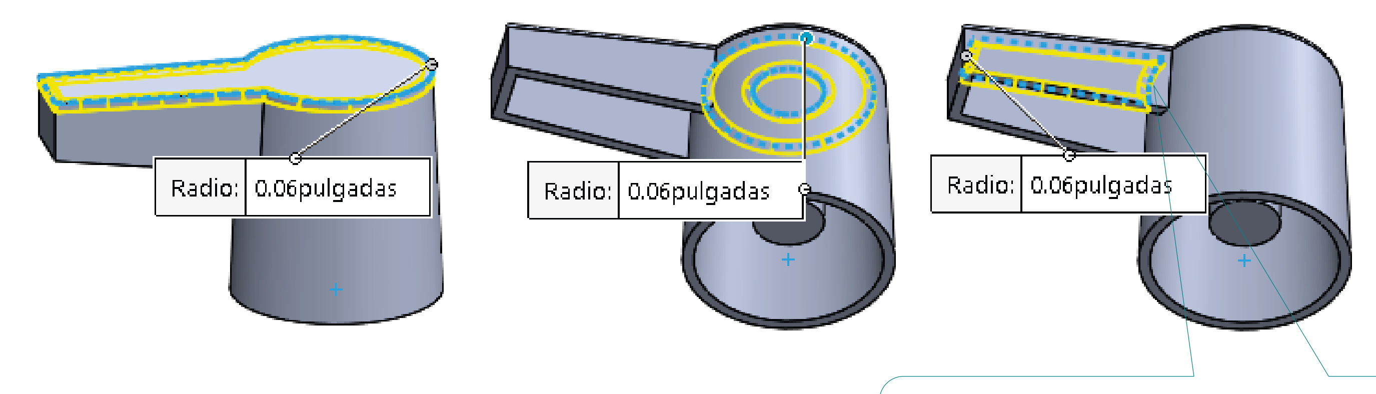
CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Vacíe el brazo



√ Añada los redondeos



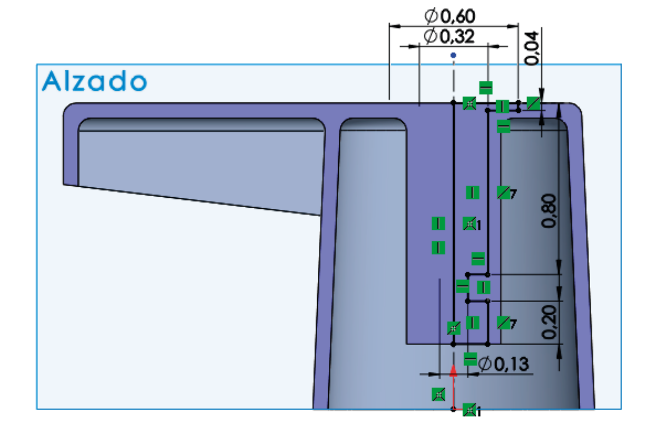
Si redondea antes de vaciar, algunos redondeos interiores se generarán automáticamente al vaciar, pero otros no

ISBN: 978-84-18432-81-1

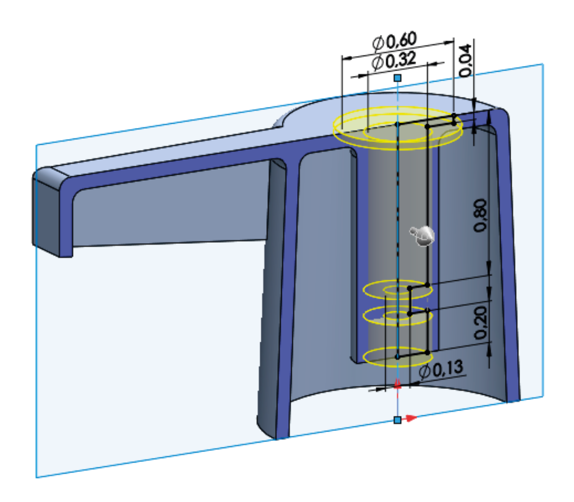
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modele el hueco del pivote central:

√ Dibuje el perfil de revolución en el alzado



√ Aplique un corte de revolución, para vaciar el agujero central

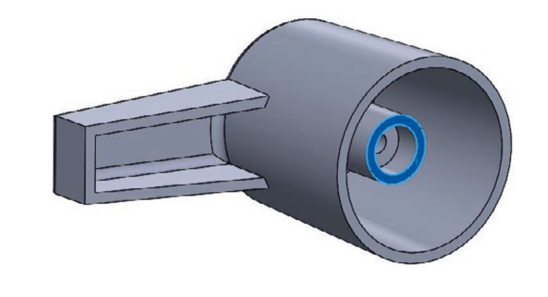


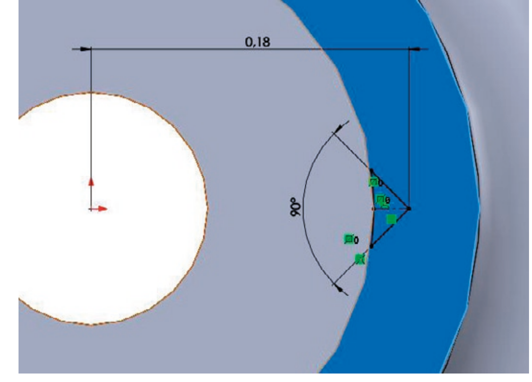
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

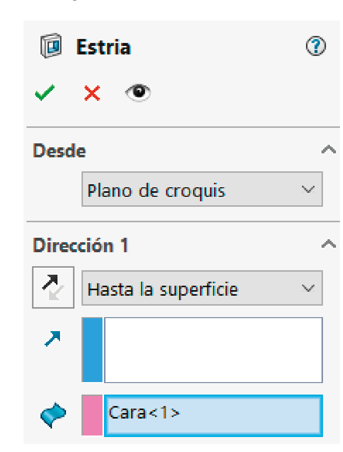
Añada las estrías:

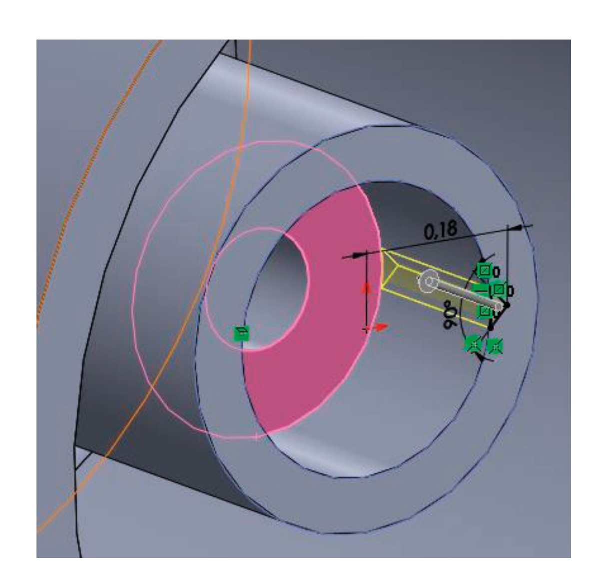
√ Dibuje el perfil de una estría sobre la boca del pivote central





√ Aplique un corte extruido hasta la superficie del primer escalón



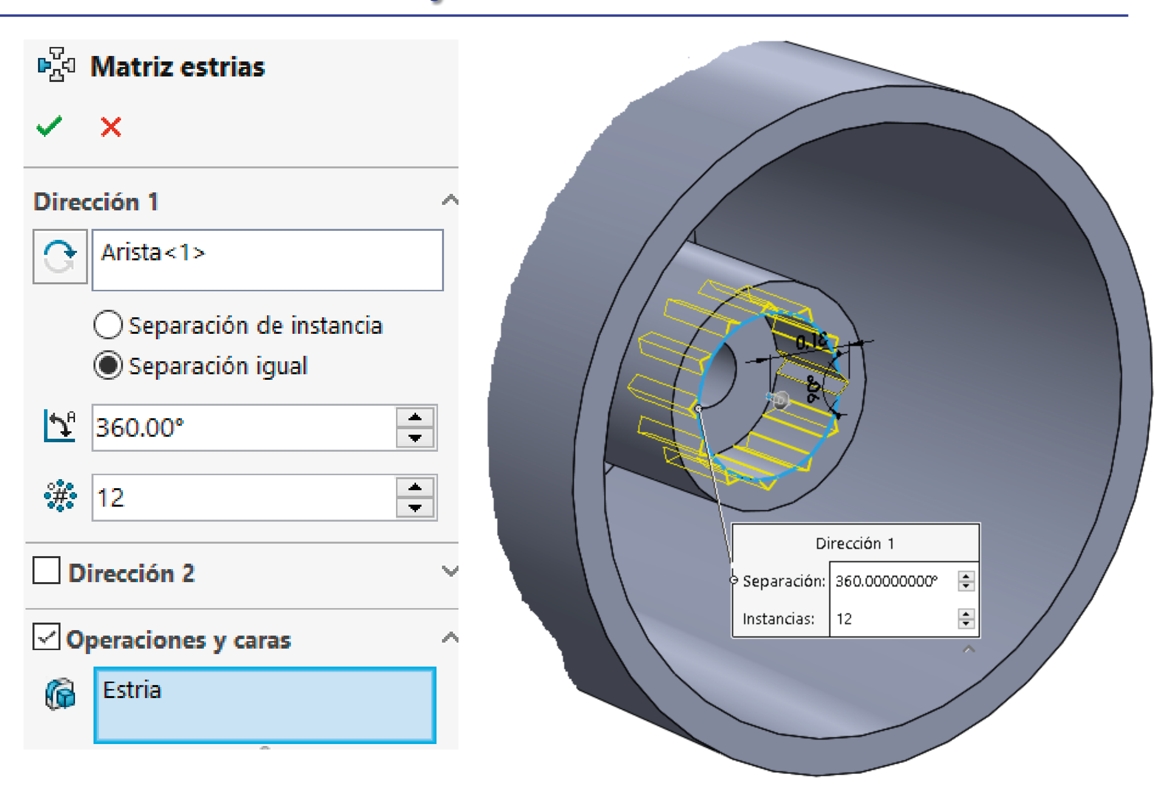


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

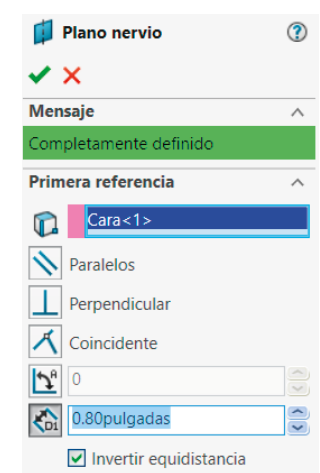
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

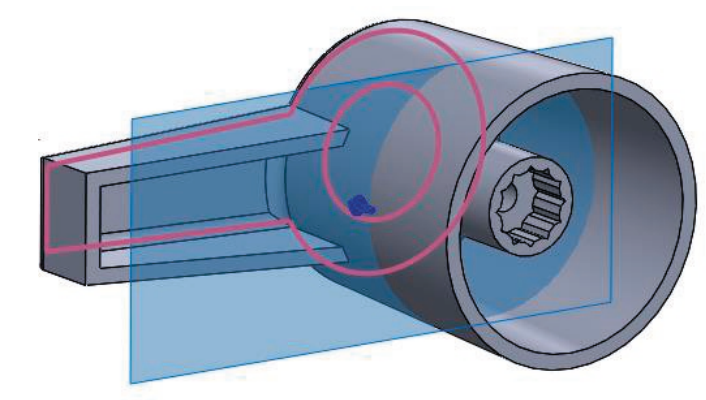
√ Obtenga el resto de estrías mediante un patrón circular



Añada los nervios:

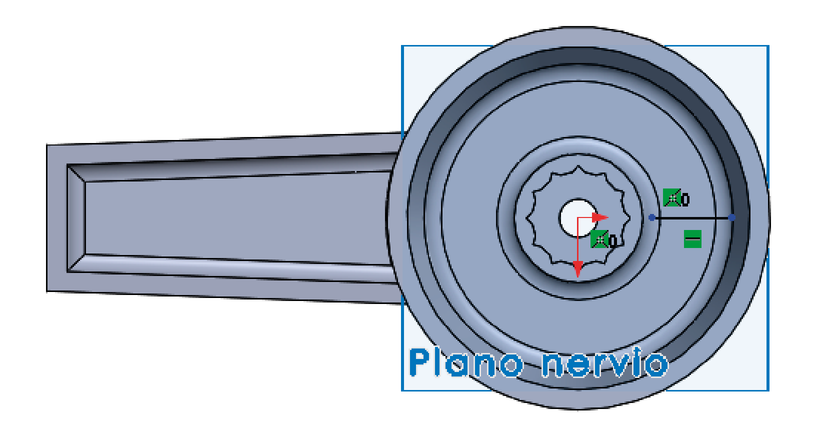
√ Defina un plano datum paralelo a la cara superior de la maneta y a una distancia igual a la altura del nervio





√ Utilice el plano datum para dibujar la línea media del nervio

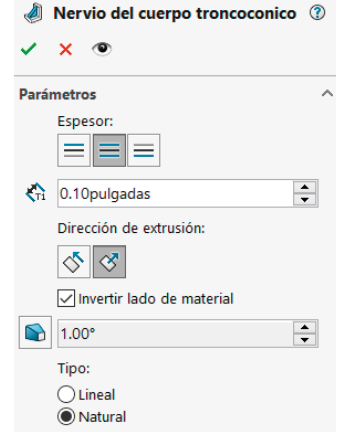
Recuerde que nos es necesario restringir completamente el croquis del nervio

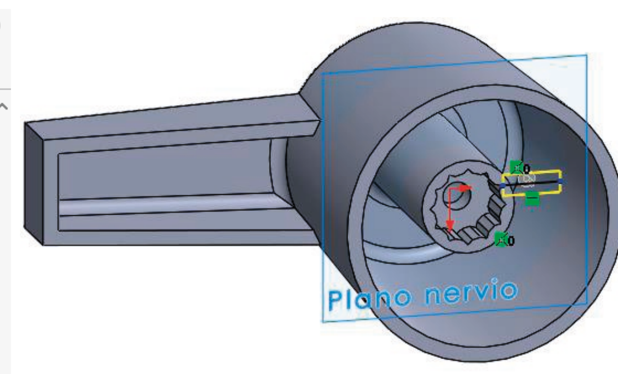


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Utilice el elemento característico nervio, indicando el espesor apropiado

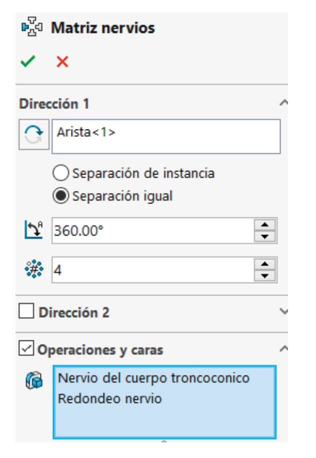


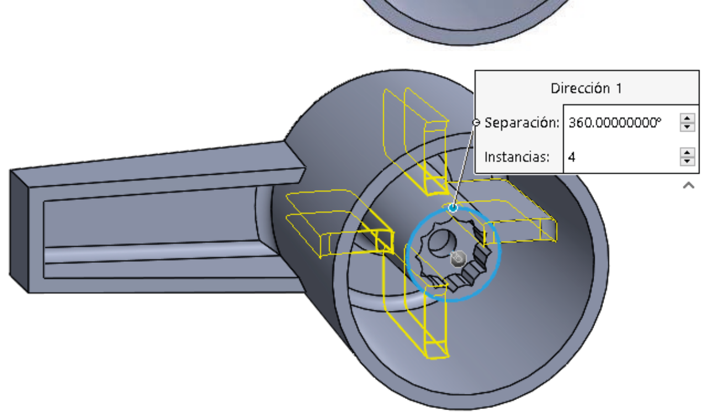


√ Añada los redondeos del nervio



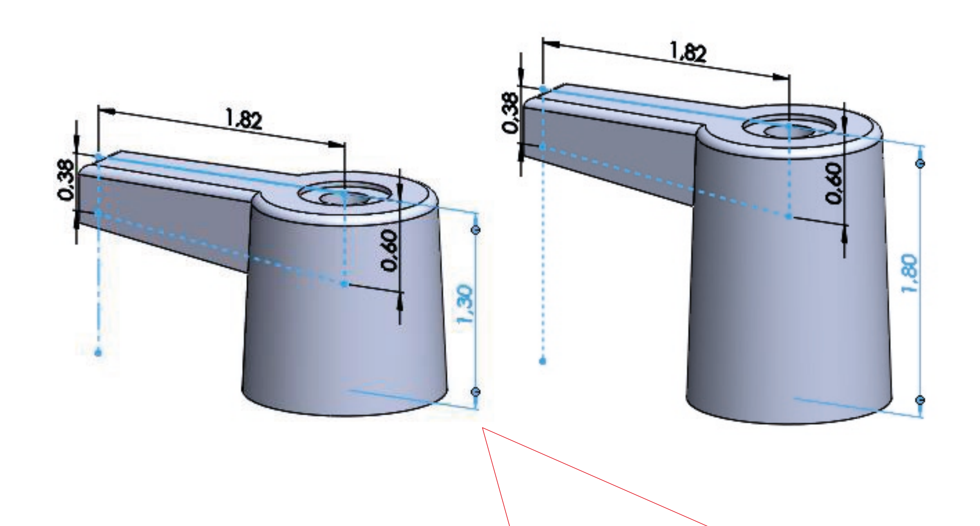
√ Obtenga los otros tres nervios redondeados mediante un patrón circular





Compruebe que se pueden realizar los cambios pedidos:

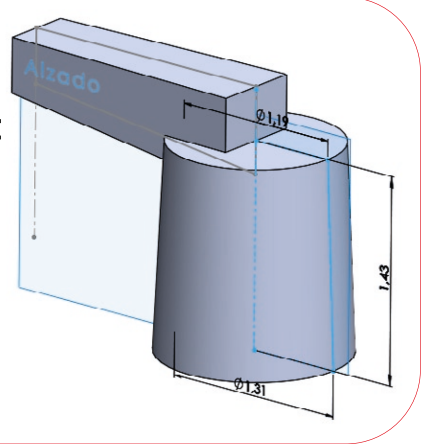
√ Cambie la altura total a los valores mínimo (1.30) y máximo (1.80 pulgadas)



Observe que si los croquis no están vinculados entre sí, la altura total aparece en dos o tres croquis diferentes:

- √ Posición de la palanca
- √ Altura del tronco de cono

En ese caso, si no se cambian todas las recurrencias de esa dimensión, se producen modelos incorrectos



Ejecución

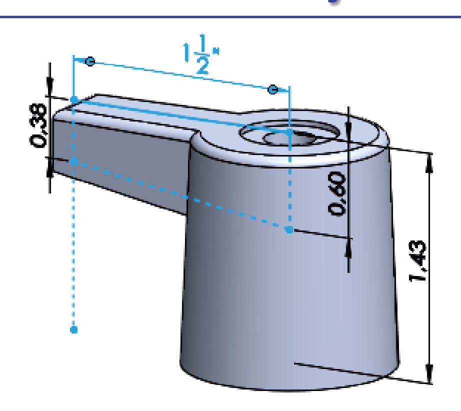
Tarea

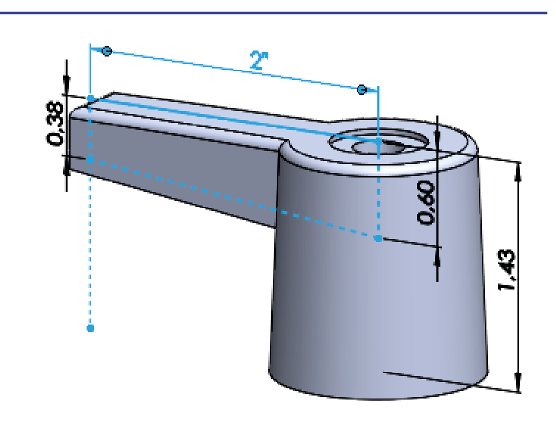
Estrategia

Ejecución

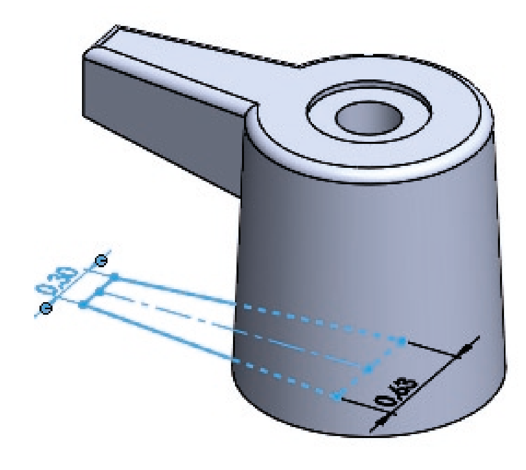
Conclusiones

√ Cambie la longitud total de la palanca a los valores mínimo (1.50) y máximo (2 pulgadas)





√ Estreche la punta de la palanca hasta 0.3 pulgadas



Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 La estrategia de modelado es:

- √ Modelar los cuerpos como sólidos para resolver fácilmente las intersecciones exteriores
- √ Vaciar para convertir los sólidos en cáscaras
- √ Vaciar por tramos cuando haya paredes de separación

2 La herramienta nervio simplifica el modelado, porque evita tener que determinar las intersecciones del nervio con el resto de la pieza

3 La viabilidad de los cambios de diseño depende de la estrategia de modelado, por lo que deben tenerse en cuenta antes de empezar a modelar

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejercicio 1.8.4. Cantonera de estantería

Tarea

Las fotografías muestran una cantonera
(Angle Bracket 8 40x40 Zn)
de una estantería de la marca “ítem”



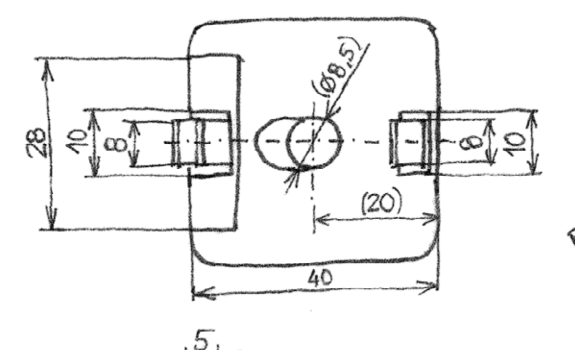


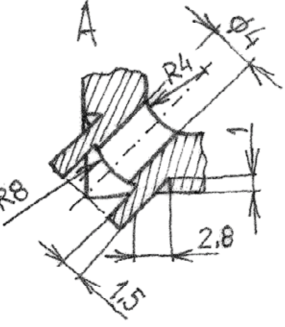
Se debe obtener el modelo sólido de la cantonera

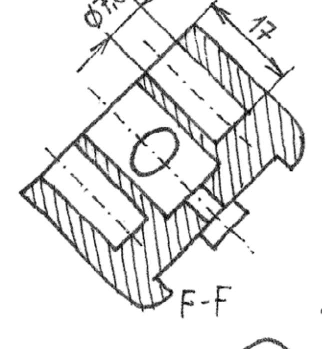
ISBN: 978-84-18432-81-1

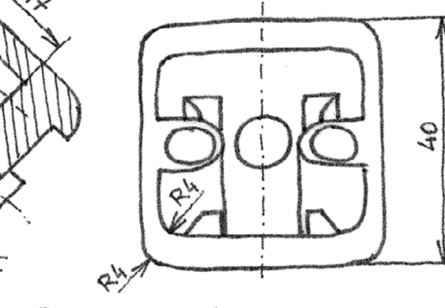
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

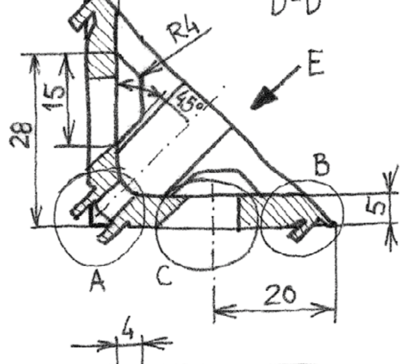
La figura muestra el dibujo de diseño de la pieza, acotado en mm:

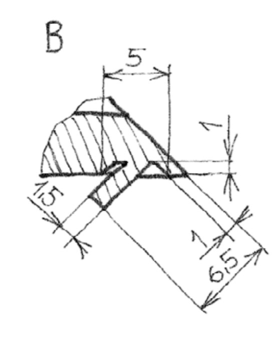


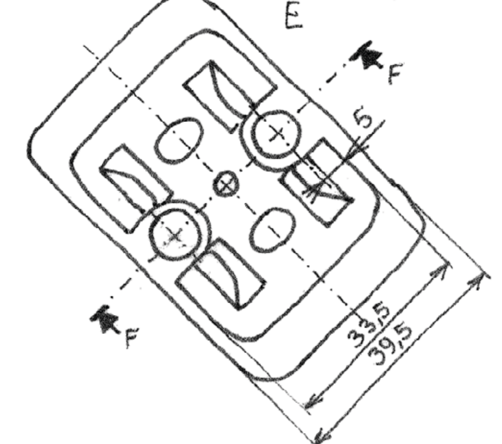


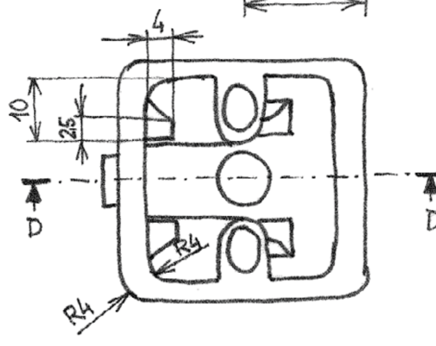


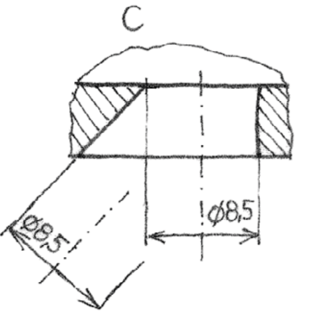












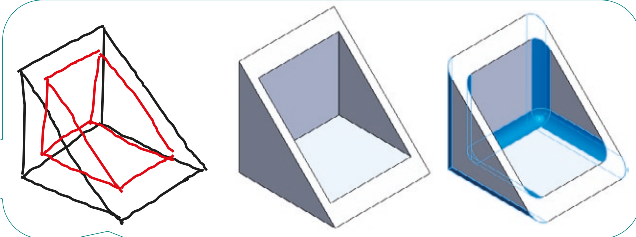
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

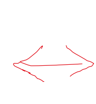
Estrategia

Analice la pieza para distinguir entre forma principal y detalles:

1 La forma principal es una cuña, con un vaciado también en forma de cuña, ambos redondeados

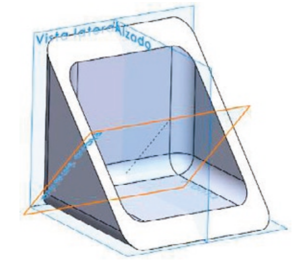


Las partes principales son aquellas que definen la topología de la pieza, y sirven de base para situar los detalles



Los detalles son partes de la pieza que se pueden suprimir sin que la supresión afecte al resto de la pieza

2 Algunos detalles se repiten simétricamente, por lo que es conveniente definir datums apropiados para modelarlos con simetría



3 Para dar máxima flexibilidad a la secuencia de modelado, aplique estrategias para maximizar la independencia entre partes de la pieza:

- √ Agrupe todas las operaciones de cada detalle en una misma carpeta
- √ Suprima los detalles ya modelados antes de modelar los siguientes, para evitar que se creen dependencias involuntarias entre ellos

Estrategia

Tarea

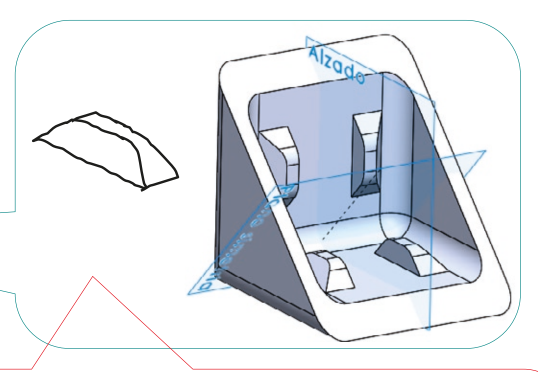
Estrategia

Ejecución

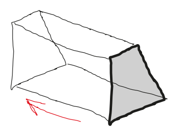
Conclusiones

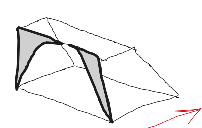
Los complementos de la forma de cuña son:

1 Cuatro “dientes” colocados simétricamente en el vaciado en forma de cuña



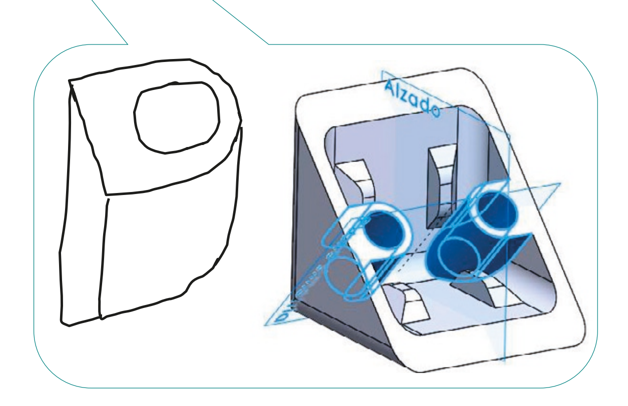
El diente se obtiene fácilmente combinando dos barridos:





Pero es conveniente modelarlo al principio, para evitar que los barridos afecten a los detalles vecinos

2 Dos refuerzos taladrados, situados simétricamente en las caras laterales del vaciado en forma de cuña



3 Un redondeo parcial y un taladro en el canto en ángulo recto de la cuña

4 Dos aletas simétricas, situadas en el redondeo parcial del canto recto

5 Dos aletas simétricas, situadas en las caras exteriores de la cuña

6 Dos taladros ranurados, con doble ángulo de entrada, situados en las caras exteriores de la cuña

Los complementos de la forma de cuña son:

1 Cuatro "dientes" colocados simétricamente en el vaciado en forma de cuña

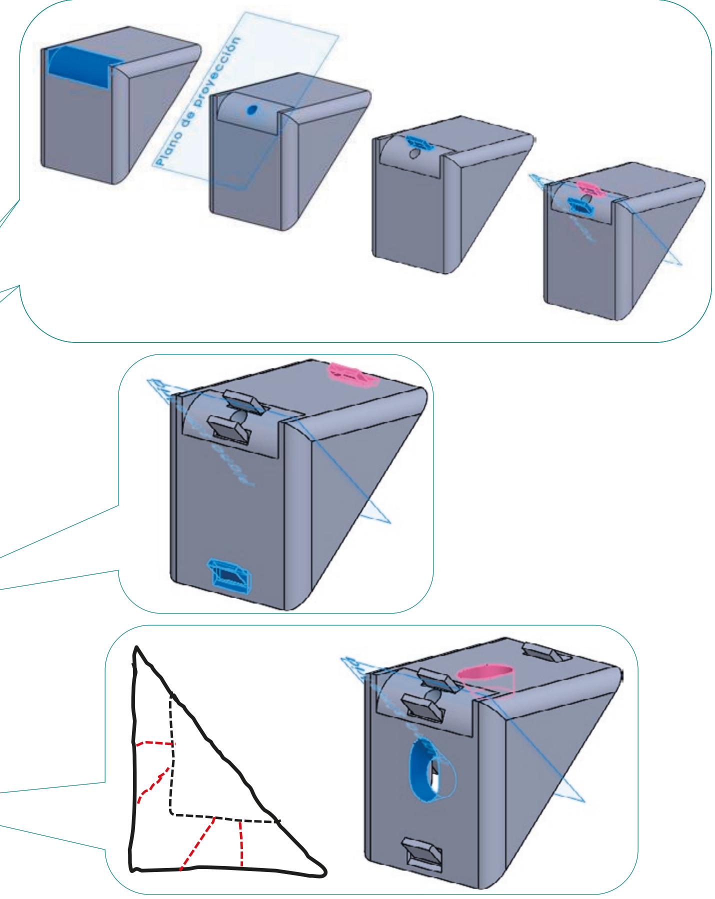
2 Dos refuerzos taladrados, situados simétricamente en las caras laterales del vaciado en forma de cuña

3 Un redondeo parcial y un taladro en el canto en ángulo recto de la cuña

4 Dos aletas simétricas, situadas en el redondeo parcial del canto recto

5 Dos aletas simétricas, situadas en las caras exteriores de la cuña

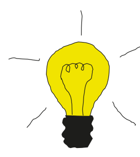
6 Dos taladros ranurados, con doble ángulo de entrada, situados en las caras exteriores de la cuña



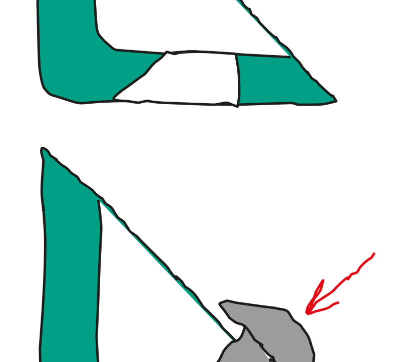
Estrategia



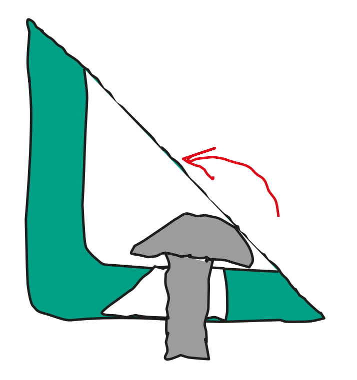
Los taladros ranurados tienen forma compleja



Tiene ésta forma para que se puede colocar con comodidad el tornillo



El tornillo entra inclinado, y luego se gira para ponerlo en posición de roscarlo



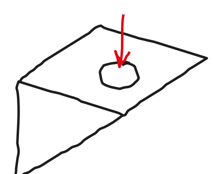
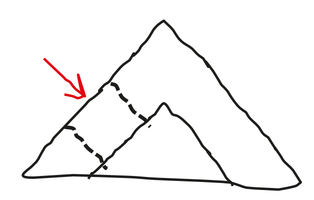
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

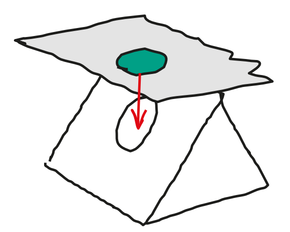
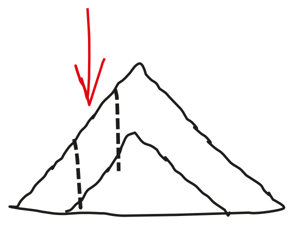
Estrategia

La forma del agujero es la combinación de:

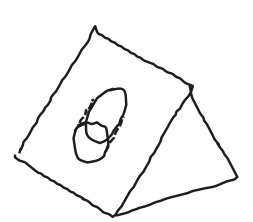
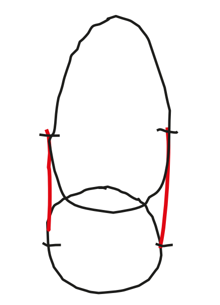
1 Un taladro perpendicular a la base de la cuña

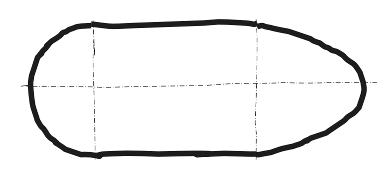
2 Un taladro perpendicular a la cara inclinada de la cuña

3 Una ranura de conexión de ambos taladros

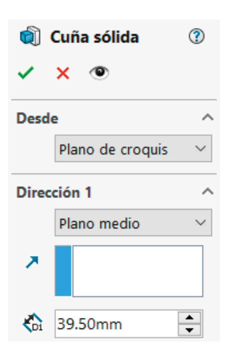
El resultado es un agujero que por un lado es redondo, y por otro lado tiene un contorno de tipo “coliso”, aunque con un arco elíptico

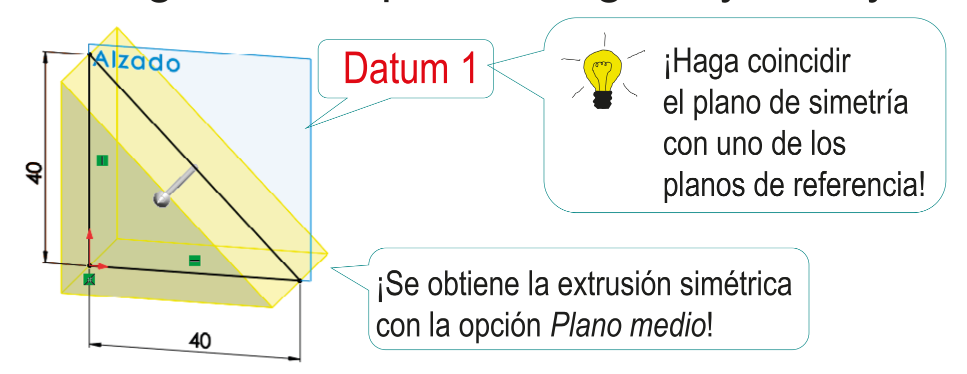


Se puede modelar el agujero con un recubrimiento, usando como perfiles los contornos de las bocas de entrada y salida

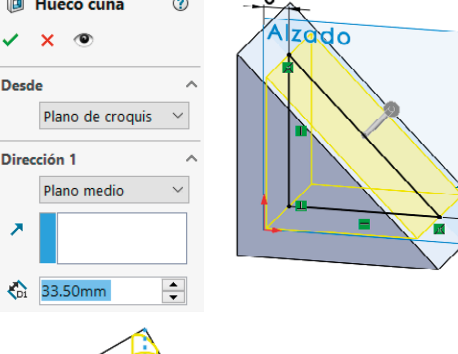
Ejecución

Para modelar la cuña, genere un perfil triangular y extruya:



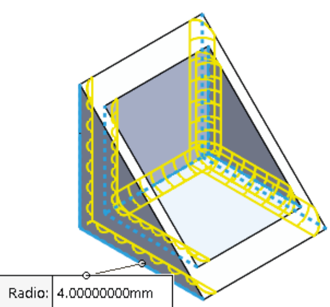


El vaciado en cuña se obtiene con un corte extruido cuyo perfil se dibuja en el mismo plano de simetría (Datum 1)



¡Para conservar las paredes laterales, se extruye (con plano medio) una longitud menor que la anchura de la cuña!

Añada los redondeos para completar la cuña



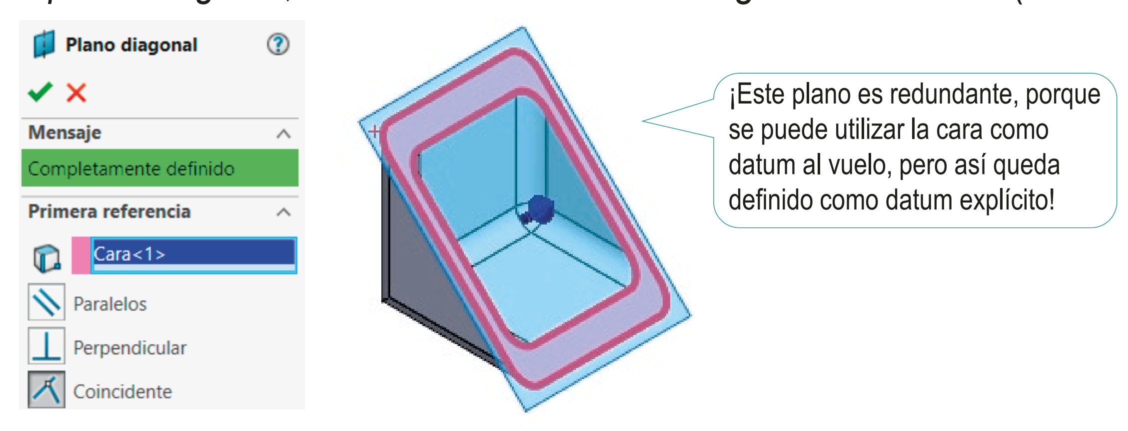
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Para aumentar la independencia entre las operaciones de modelado de los detalles, puede definir primero todos los planos datum necesarios para completar el modelo:

√ Defina un *plano diagonal*, coincidente con la cara diagonal de la cuña (Datum 2):



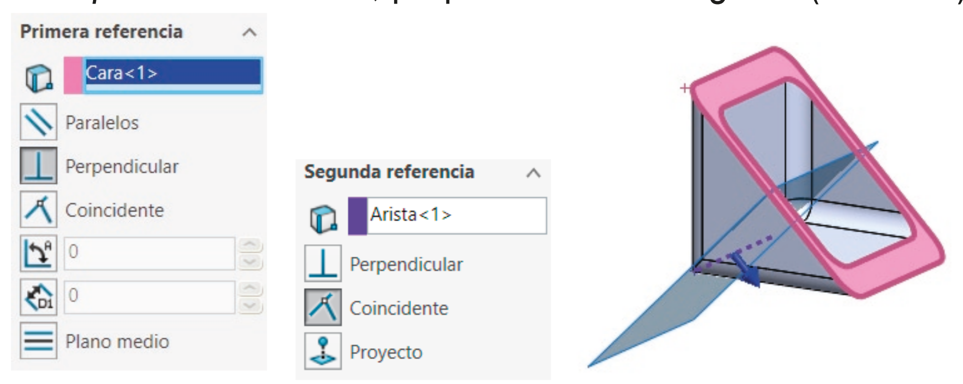
√ Defina un *plano de proyección*, paralelo al diagonal (Datum 3):



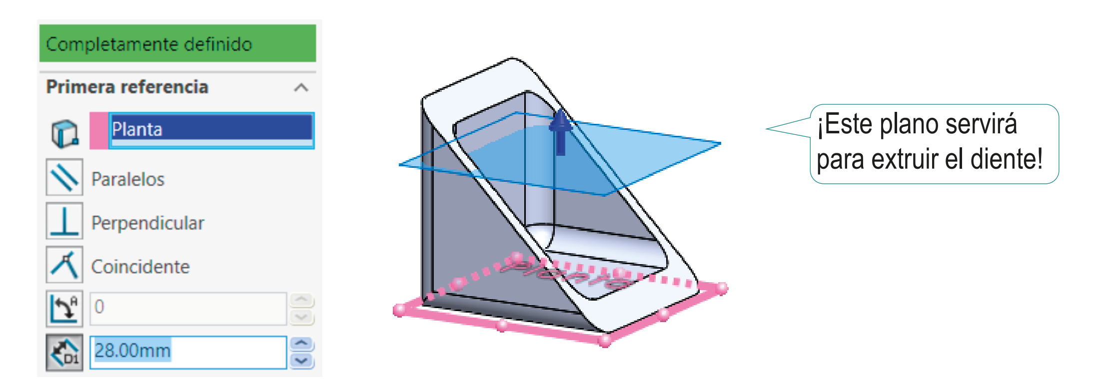
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Defina un *plano de simetría*, perpendicular al diagonal (Datum 4):



√ Defina un *plano de diente*, paralelo a la base (Datum 5):



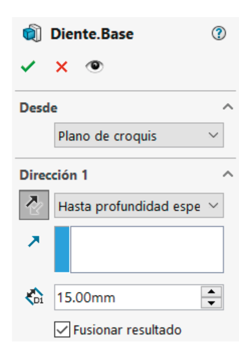
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

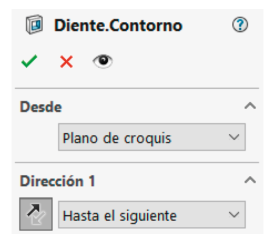
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

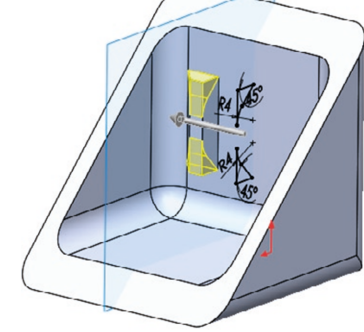
Modele los dientes:

- Obtenga el primer diente por extrusión, desde el Datum 5

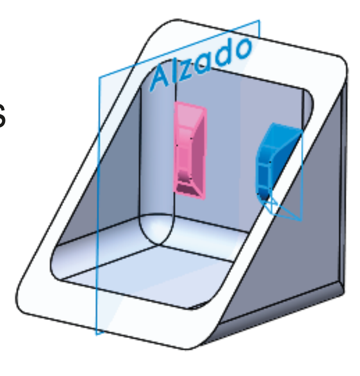


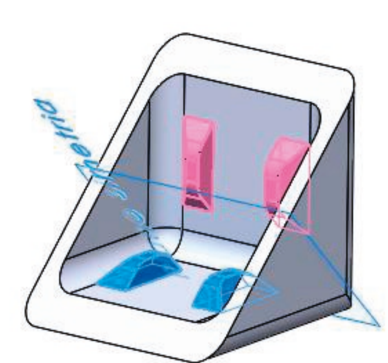
- Aplique una segunda extrusión (desde el Datum 1) para recortar los bordes





- Obtenga los otros tres nervios mediante dos simetrías (de planos Datum 1 y Datum 4)



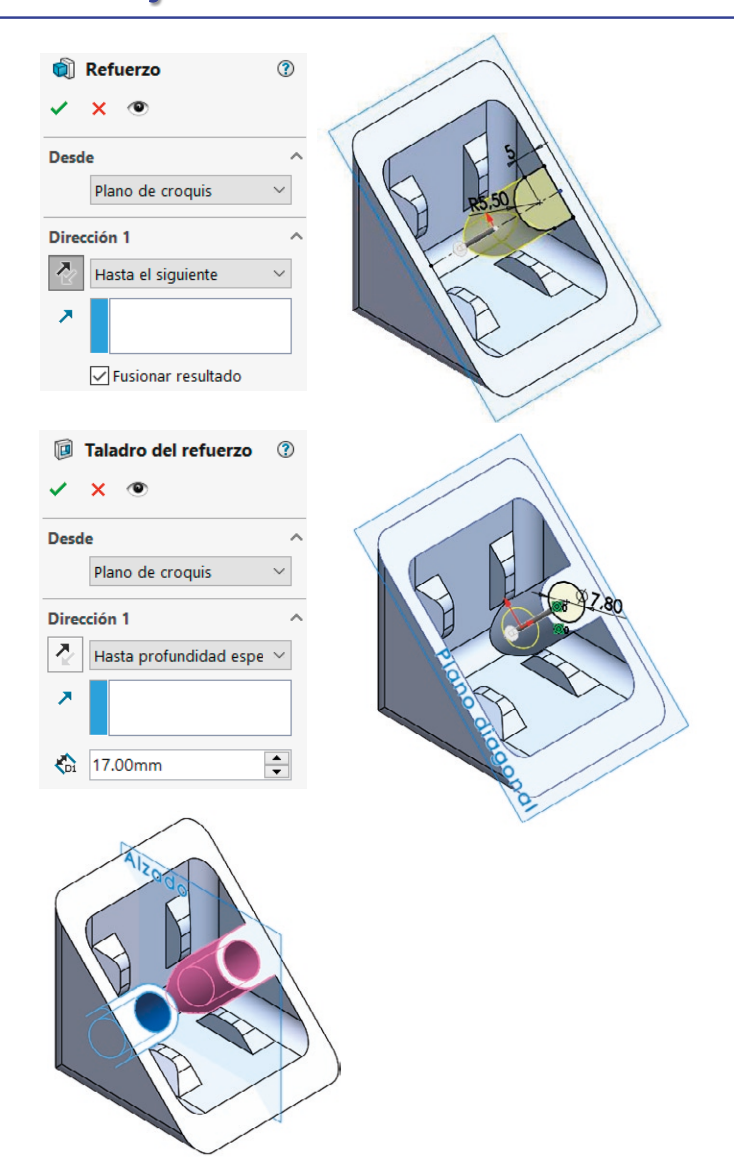


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modele los refuerzos:

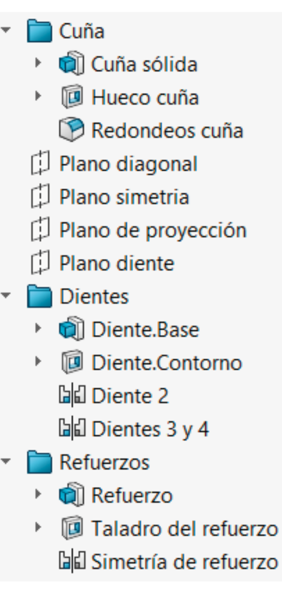
- Obtenga el primer refuerzo dibujando su contorno en el plano diagonal (Datum 2) y extruyendo
- Modele el taladro ciego a partir del mismo plano diagonal (Datum 2)
- Haga la simetría con el plano del alzado (Datum 1)

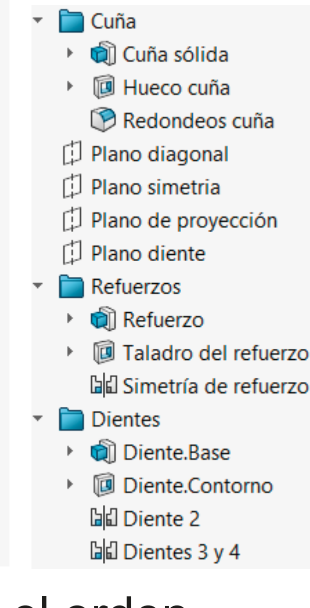


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

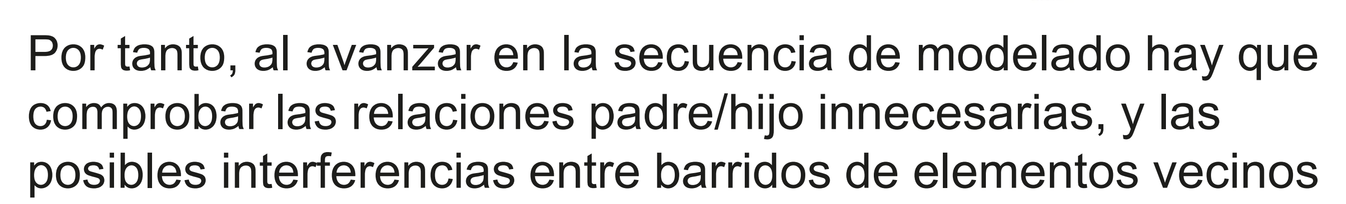
Agrupe todas las operaciones en carpetas







Observe que si cambiara el orden poniendo los dientes después de los refuerzos, la operación de vaciado de los dientes, “mordería” parte de los refuerzos



Por tanto, al avanzar en la secuencia de modelado hay que comprobar las relaciones padre/hijo innecesarias, y las posibles interferencias entre barridos de elementos vecinos

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

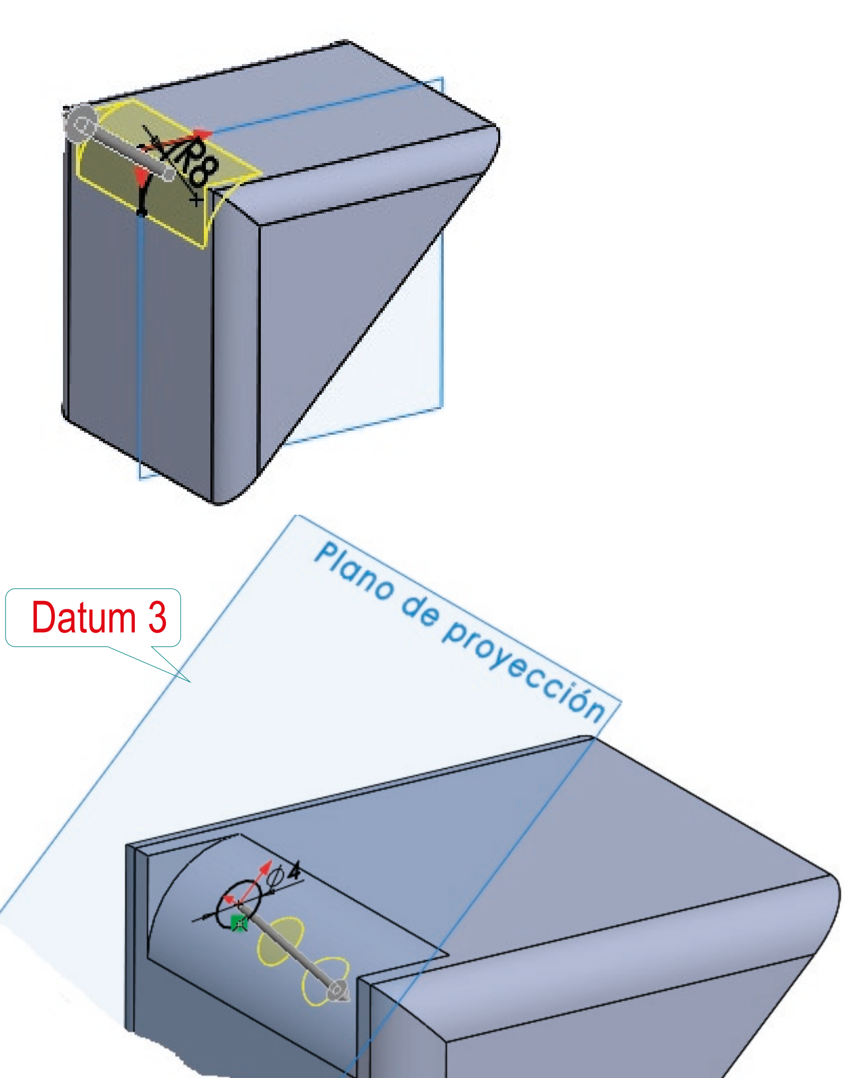
Haga el redondeo del canto en ángulo recto con un corte extruido desde el Datum 1

No se puede hacer con la herramienta de redondeo, porque es parcial

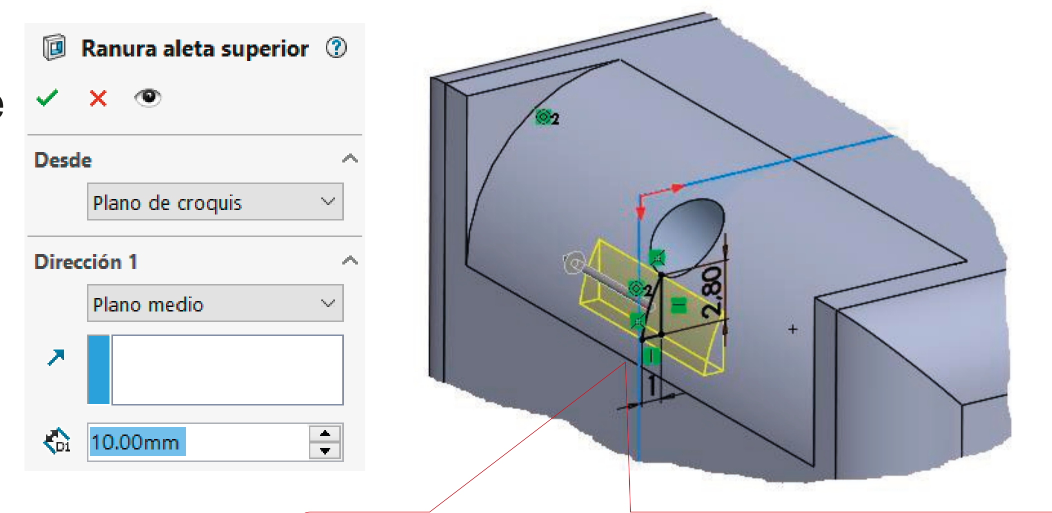
El taladro se hace tras completar el redondeo

Para dibujar la circunferencia del taladro, se utiliza el plano paralelo al plano diagonal de la cuña

También se podría utilizar el propio plano diagonal de la cuña

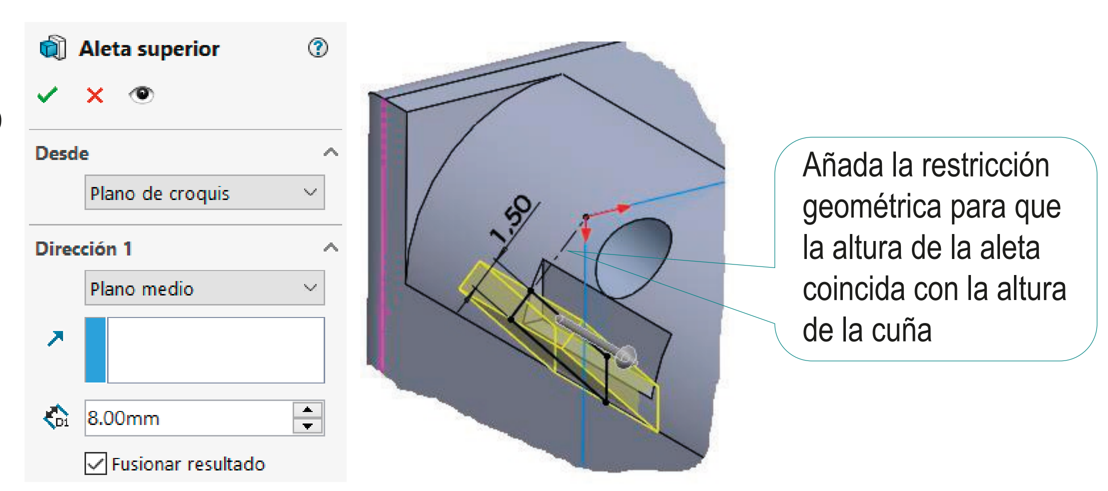


Añada la ranura para la aleta sobre el redondeo, croquizando su perfil en el alzado (Datum 1), y extruyendo a ambos lados



Si no ha suprimido las operaciones anteriores (dientes y refuerzos), compruebe que el croquis no se vincula con ellas

La aleta se extruye con plano medio desde el plano del alzado (Datum 1)

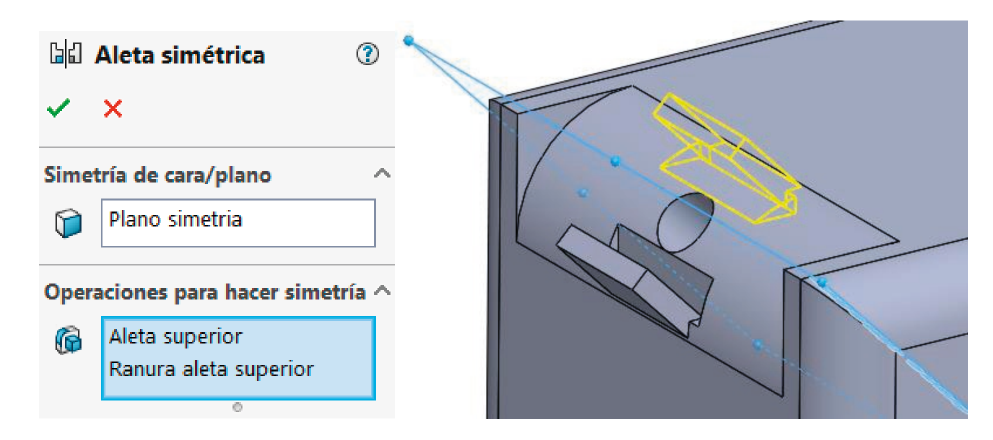


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

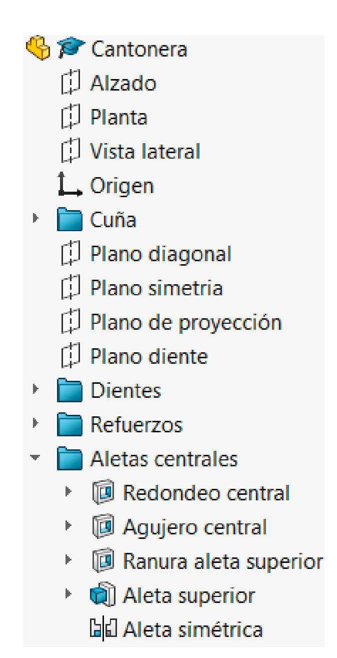
Utilice el plano de simetría (Datum 4), para obtener la otra aleta con su correspondiente ranura



Agrupe las nuevas operaciones en una carpeta

Aproveche para revisar que no hay relaciones padre/hijo innecesarias

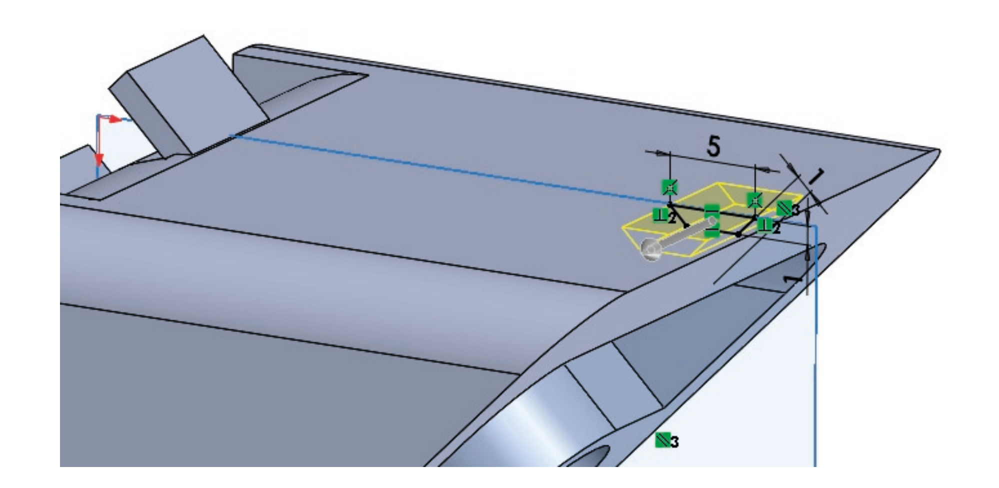
Por ejemplo, suprimiendo carpetas y comprobando que el resto no se suprimen



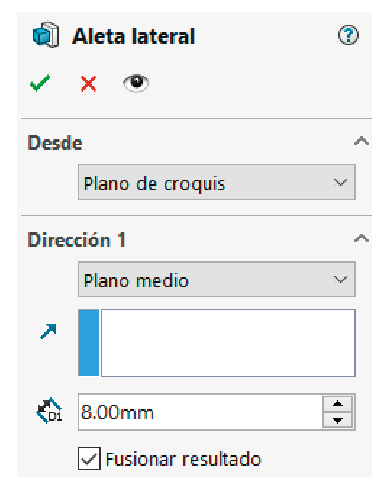
ISBN: 978-84-18432-81-1

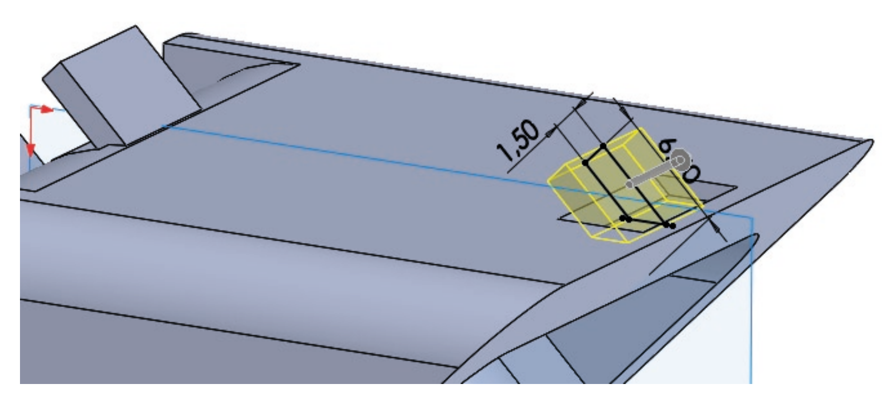
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Añada la ranura para la aleta lateral, croquizando su perfil en el alzado (Datum 1), y extruyendo a ambos lados



Extruya la propia aleta a partir del mismo plano

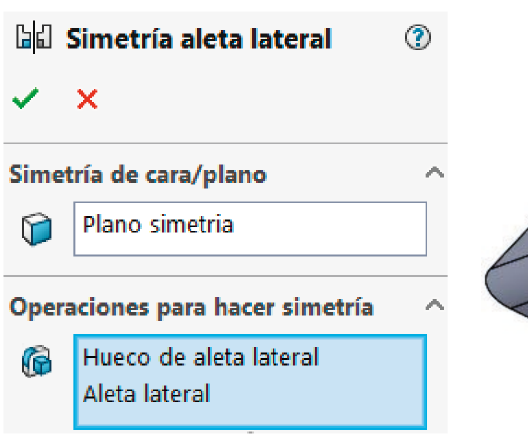


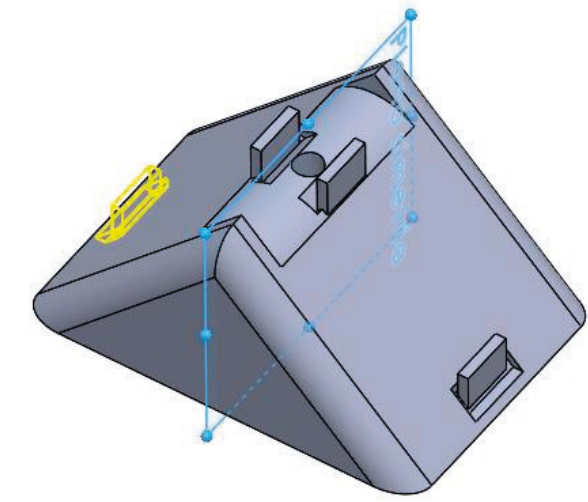


ISBN: 978-84-18432-81-1

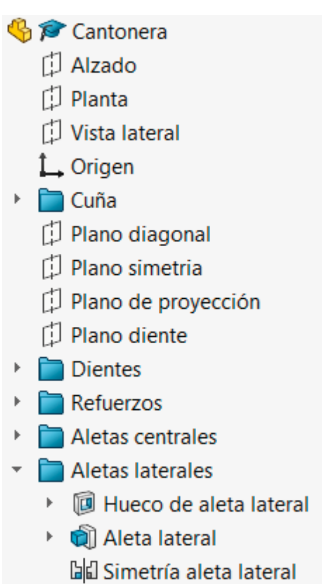
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Utilice el plano de simetría (Datum 4), para obtener la otra aleta con su correspondiente ranura





Agrupe las nuevas operaciones en una carpeta

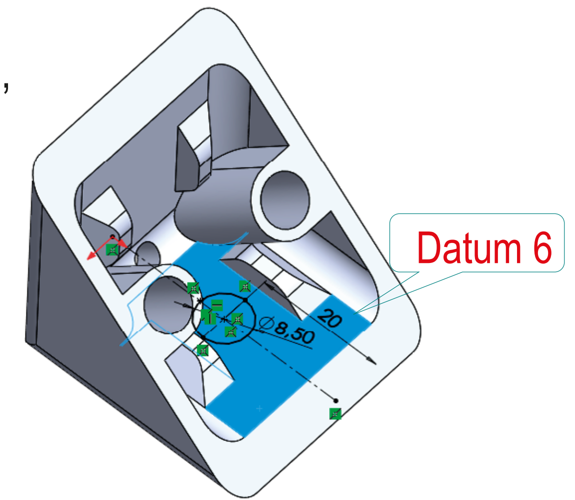


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para hacer el agujero ranurado con doble ángulo de entrada:

1. Dibuje el contorno de la boca redonda, mediante una circunferencia sobre la cara interior de la cuña (Datum 6)



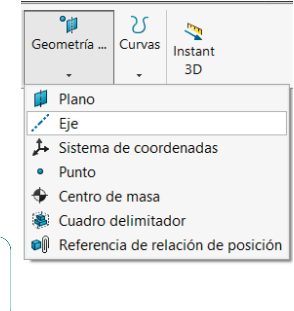
2. Obtenga el eje datum de la trayectoria inclinada:

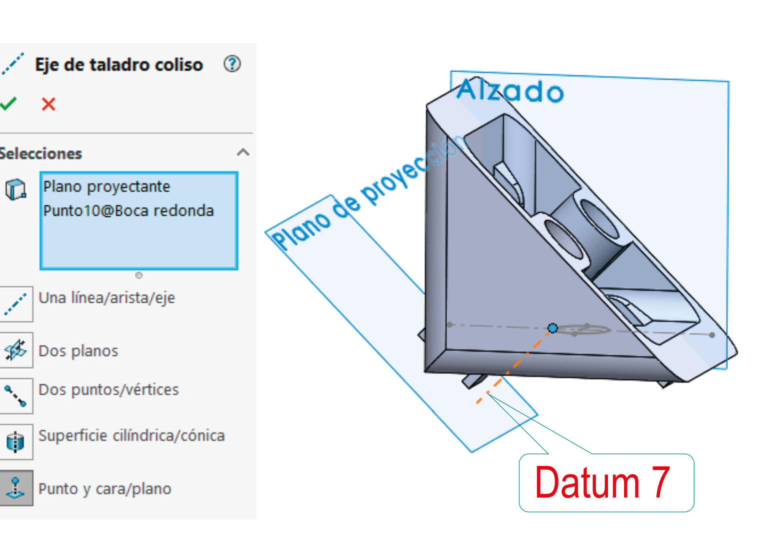
√ Seleccione *Eje*

√ Seleccione el punto cuadrante del borde del contorno circular

Añada un punto al borde circular, si es necesario

√ Seleccione el plano de proyección como perpendicular al eje



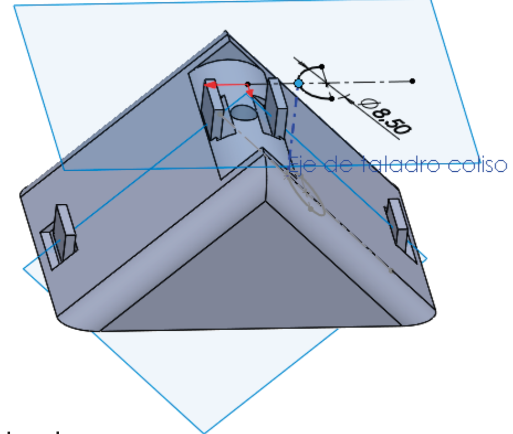


ISBN: 978-84-18432-81-1

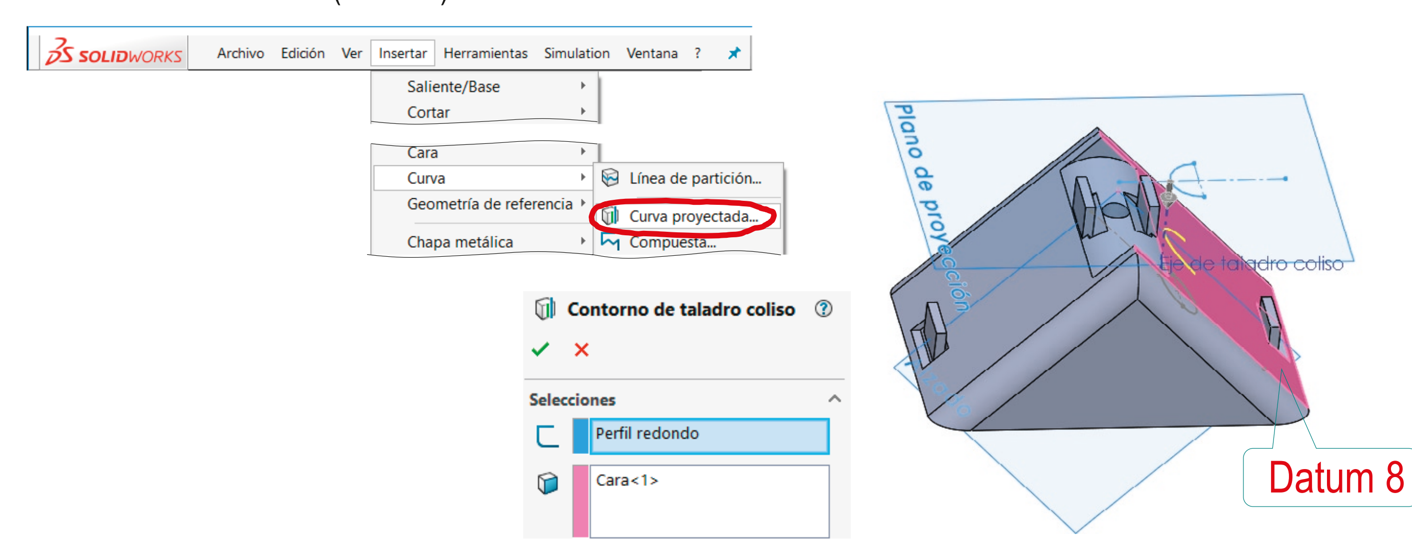
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

3 Dibuje el contorno de la boca agrandada:

√ Dibuje una semicircunferencia contenida en un plano paralelo al plano proyectante (Datum 3)



√ Proyecte la semicircunferencia sobre la cara exterior de la cuña (Datum7)



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

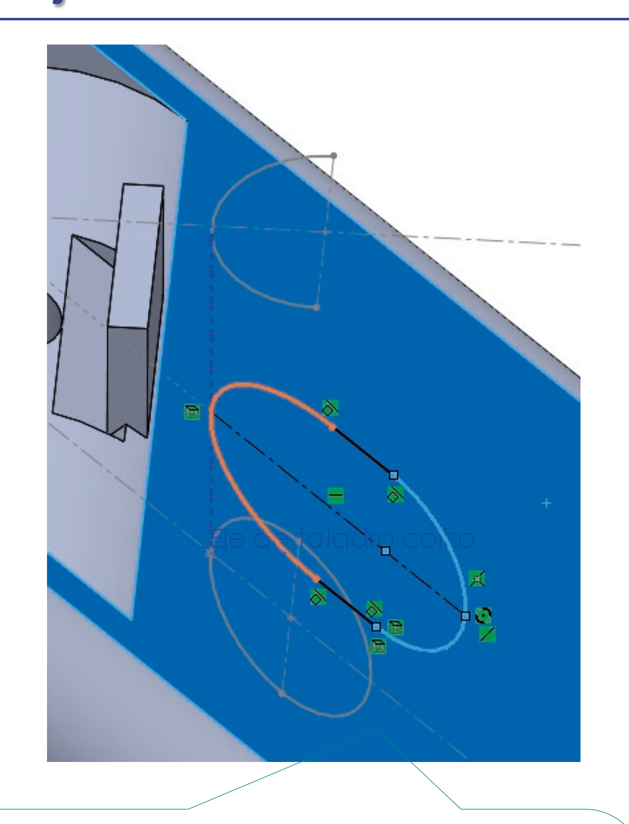
Ejecución

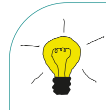
√ Inicie un croquis nuevo en la cara exterior de la cuña (Datum 7)

√ Obtenga una copia del contorno circular mediante *Convertir entidades*

√ Obtenga una copia del contorno proyectado mediante *Convertir entidades*

√ Conecte ambos contornos mediante dos tramos rectos tangentes

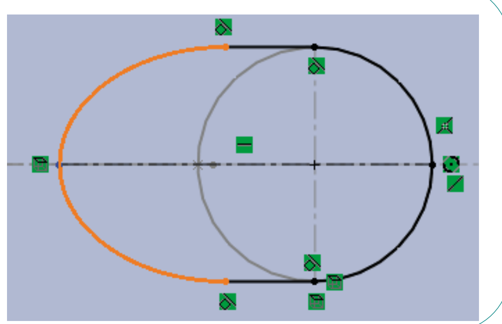




Cuando no se puede obtener la curva en un solo perfil:

√ Se superponen perfiles en “capas”

√ Se vinculan unos con otros en un croquis final

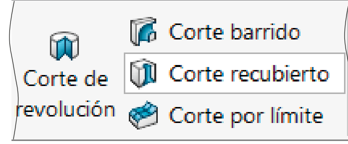


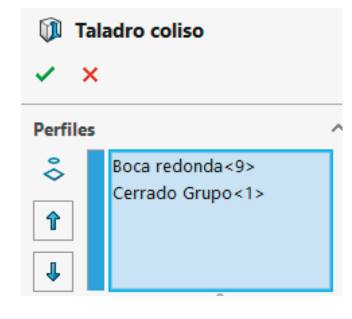
Ejecución

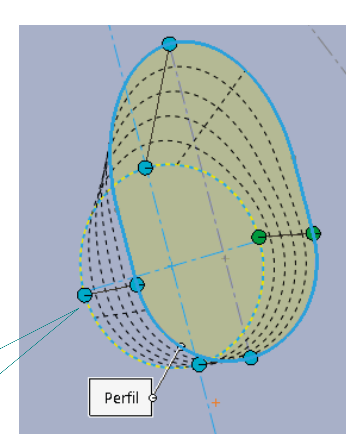
4 Genere un vaciado por *recubrimiento* con dos perfiles:

√ Boca de entrada la circunferencia del Datum 6

√ Boca de salida el contorno seudo-coliso del Datum 8

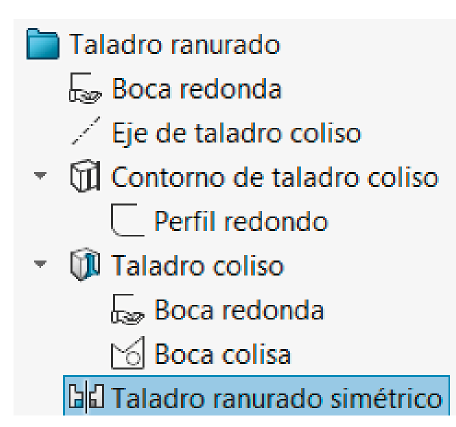


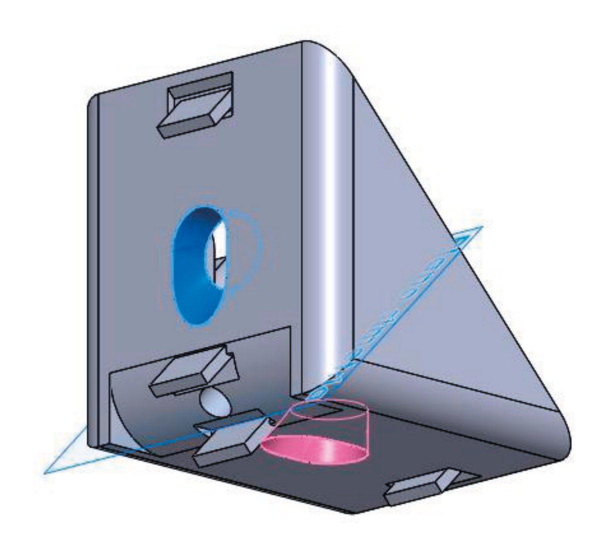




Al no definir curvas guía, es necesario controlar las posiciones de los conectores, para evitar una superficie "retorcida"

5 Obtenga el otro agujero ranurado por simetría





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

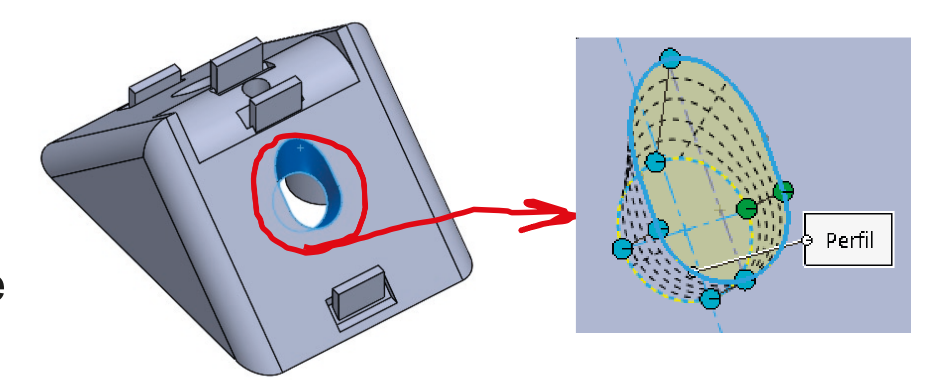
1 El ejemplo muestra como se debe organizar el modelo para maximizar la independencia entre sus partes

√ Definiendo los datums más genéricos posible

√ Agrupando las operaciones relacionadas

Cantonera
Alzado
Planta
Vista lateral
Origen
Cuña
Plano diagonal
Plano simetria
Plano de proyección
Plano diente
Dientes
Refuerzos
Aletas centrales
Aletas laterales
Taladro ranurado

2 También se observa que algunas curvas y superficies complejas pueden aparecen en piezas aparentemente sencillas



Ejercicio 1.8.5. Manzana

Tarea

Obtenga un modelo que tenga el aspecto exterior de una manzana

El interior puede ser, indistintamente, sólido o hueco

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

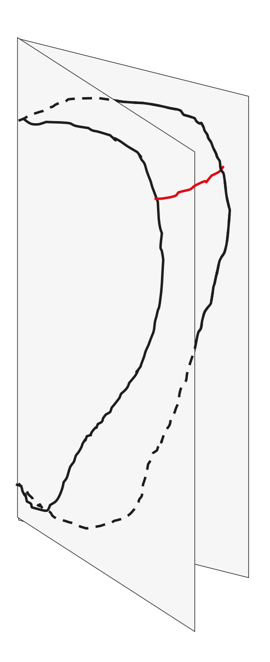
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Se puede imitar el aspecto irregular de la superficie de un gajo de una manzana mediante un recubrimiento barrido entre dos secciones con contornos irregulares y distintos entre sí

√ Cada uno de los perfiles se puede dibujar como un spline plano

√ Para que la transición sea irregular, conviene añadir un tercer spline que actúe como curva guía

Así no es necesario recurrir a muchos perfiles, porque la curva guía consigue el efecto de superficie irregular

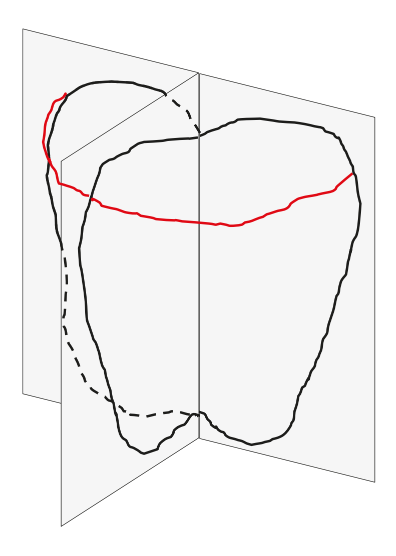


Estrategia

Basta dividir la manzana en cuatro partes para obtener una representación suficientemente realista



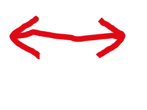
Alternativamente, se pueden hacer dos mitades, cada una de ellas con un perfil intermedio



Estrategia

Pero hay que tener en cuenta las diferencias entre el recubrimiento sólido y el de superficies:

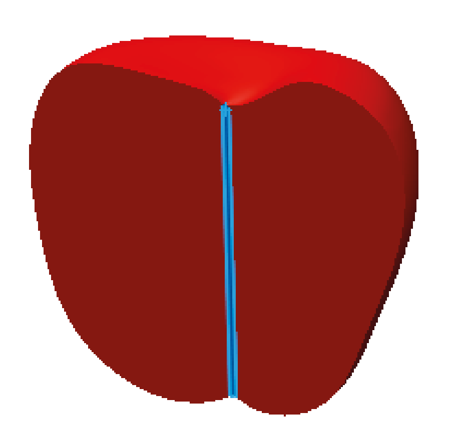
Para un recubrimiento sólido los perfiles sucesivos **no** pueden tener puntos en común…

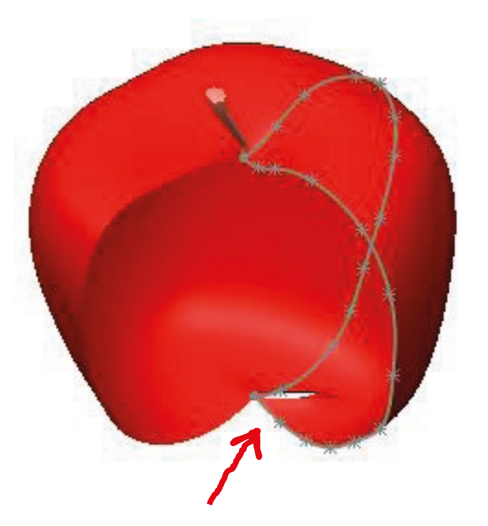


Para un recubrimiento de superficies hay que prestar mayor atención a los cambios bruscos de curvatura…

…por lo que quedará un pequeño "núcleo" que habrá que rellenar después

…porque pueden producir "desgarros"





Estrategia

Se puede crear el modelo sólido mediante los siguientes pasos:

1. Descomponga la manzana en cuatro cuartos

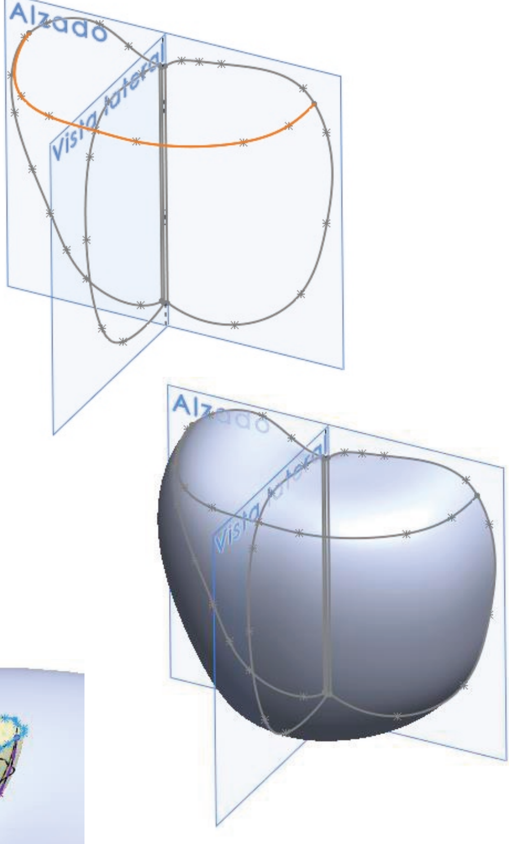
2. Dibuje la curva de contorno de cada uno de los cuartos

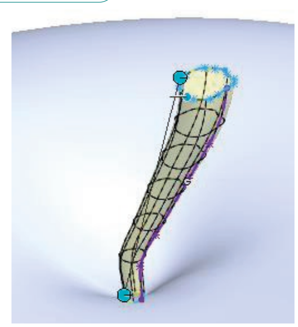
3. Añada curvas de trayectoria

4. Aplique recubrimientos

   Es suficiente con dos medios recubrimientos

5. Añada el rabillo mediante un nuevo recubrimiento





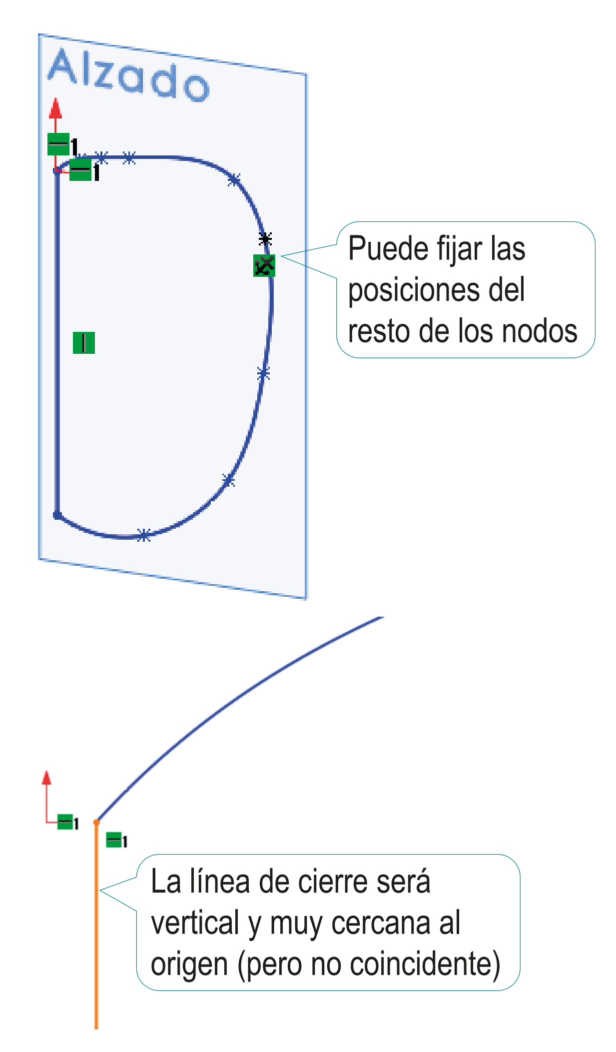
Dibuje el perfil del primer cuarto:

√ Utilice la mitad derecha del alzado como plano de croquis

√ Dibuje una curva spline con un contorno que imite al de una manzana

Debe fijar las posiciones de los nodos inicial y final, para garantizar que las secciones sucesivas estén conectadas

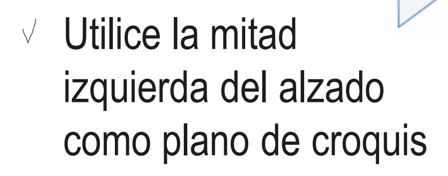
√ Para modelar como sólido, añada un tramo recto de cierre



Ejecución

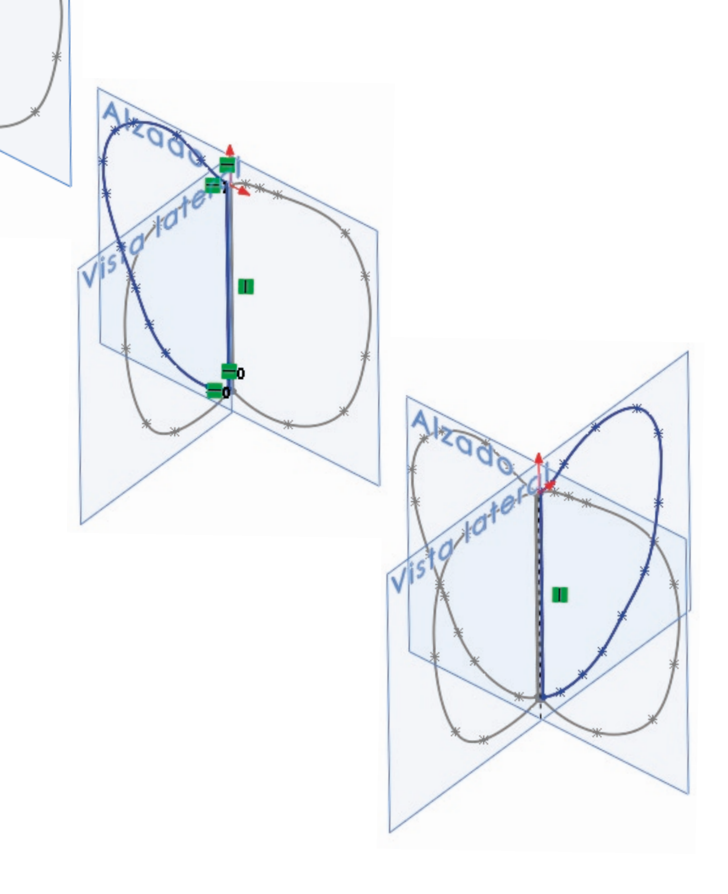
Dibuje los perfiles de los otros tres cuartos:

- √ Utilice la mitad delantera de la vista lateral como plano de croquis



- √ Utilice la mitad izquierda del alzado como plano de croquis

- √ Utilice la mitad trasera de la vista lateral como plano de croquis



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

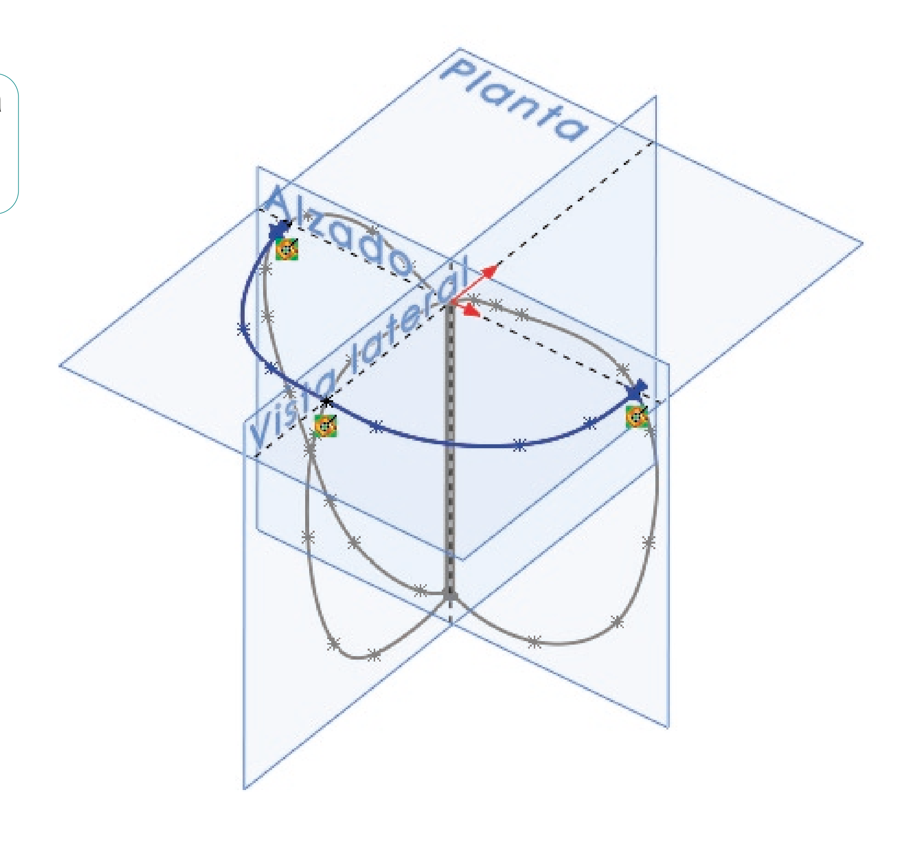
Dibuje una curva de trayectoria:

√ Defina un nuevo croquis en la planta

> Alternativamente, defina una plano paralelo a la planta, a una altura arbitraria

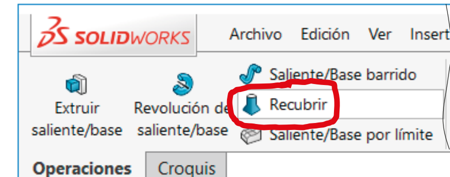
√ Dibuje un spline con la forma aproximada del contorno de media manzana

√ Utilice *Perforar* para asegurarse de conectar el spline del contorno con los de los perfiles

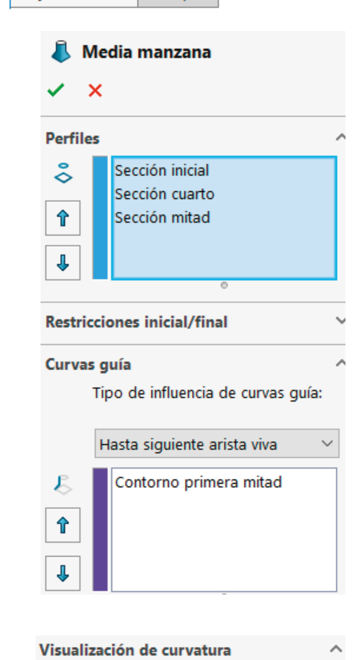


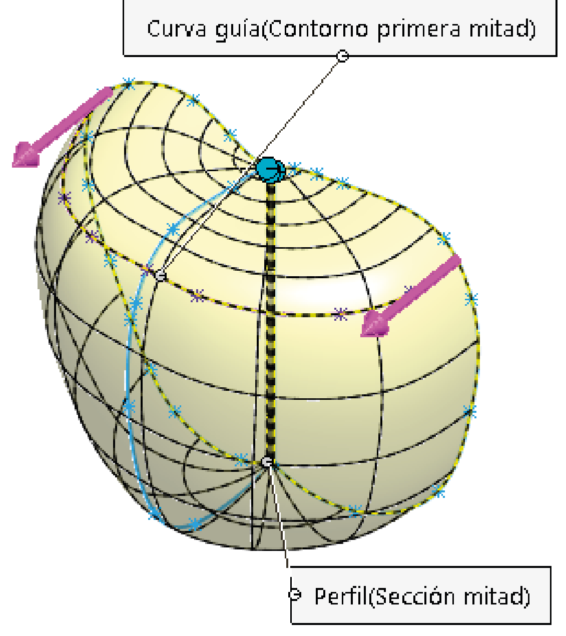
Obtenga media manzana mediante un recubrimiento:

- √ Seleccione el comando *Recubrir*



- √ Seleccione los tres perfiles en orden
- √ Seleccione la trayectoria
- √ Opcionalmente, active la visualización de la curvatura





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Obtenga la otra media manzana mediante otro recubrimiento:

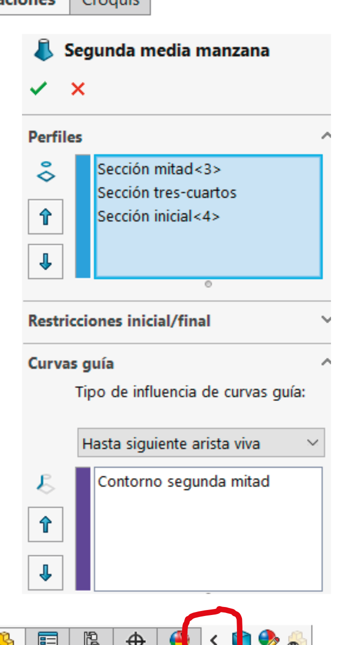
- Seleccione el comando *Recubrir*

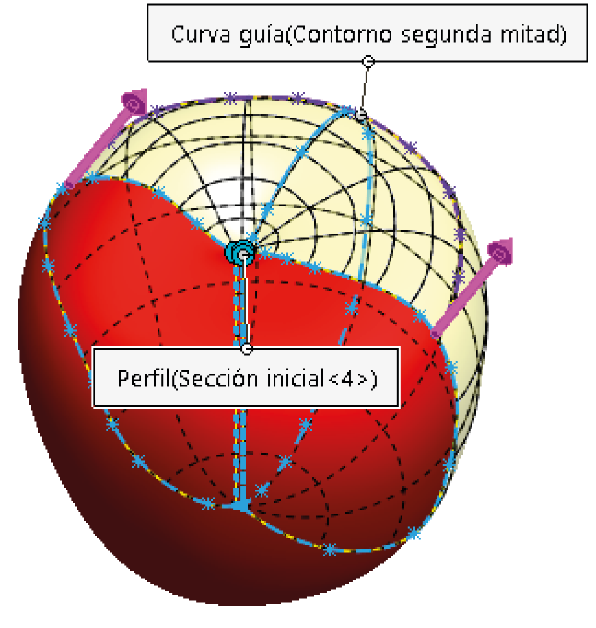
- Seleccione los tres perfiles en orden

  Dos de los perfiles son compartidos con la otra media manzana, para garantizar la continuidad

- Seleccione la trayectoria

- Opcionalmente, cambie el color del cuerpo





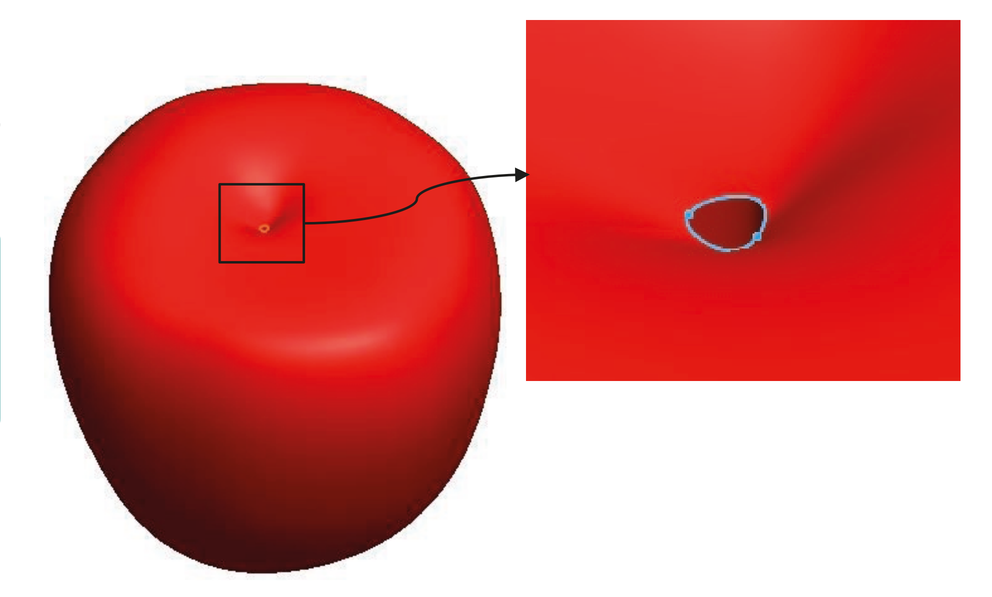
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Añada el rabillo:

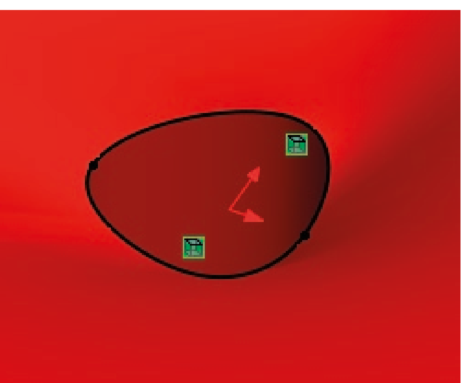
- √ Dibuje un croquis en la boca del hueco dejado al recubrir con un sólido

> Si ha recubierto con superficie, o la boca no es plana, defina una plano datum lo más coincidente posible con el punto central superior



- √ Use convertir entidades para obtener un perfil que coincida con el hueco

> O dibuje un perfil que tape cualquier posible hueco



ISBN: 978-84-18432-81-1

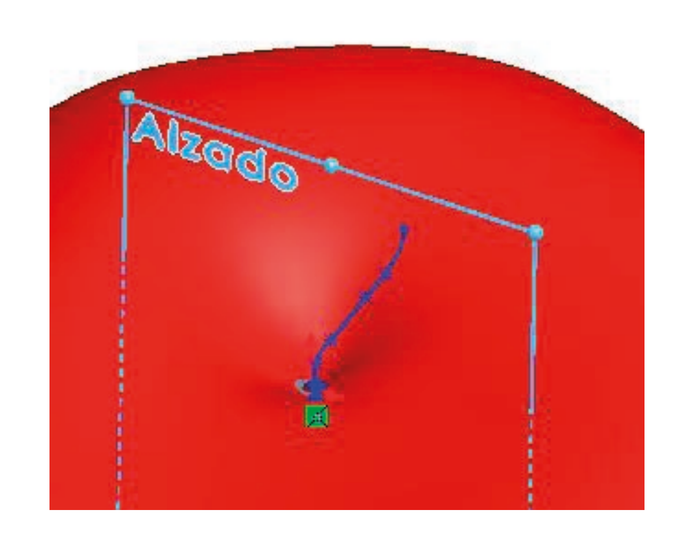
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

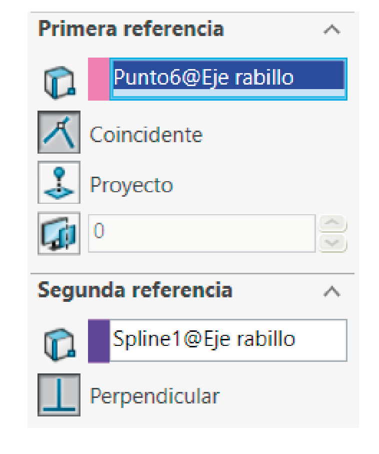
√ Seleccione el alzado como plano de croquis

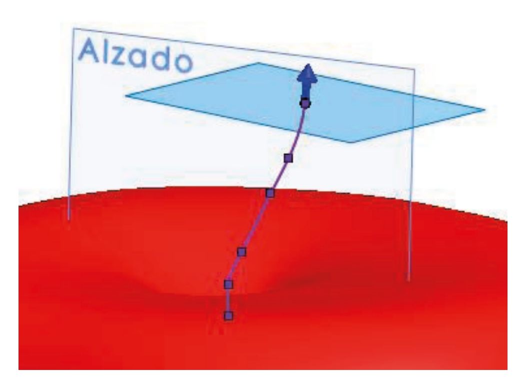
Alternativamente, use la vista lateral

√ Dibuje un trayecto aproximado para el rabillo, haciendo que el punto inicial comience en el perfil de la base del rabillo



√ Defina un plano datum paralelo al horizontal y a la altura del final de la curva guía

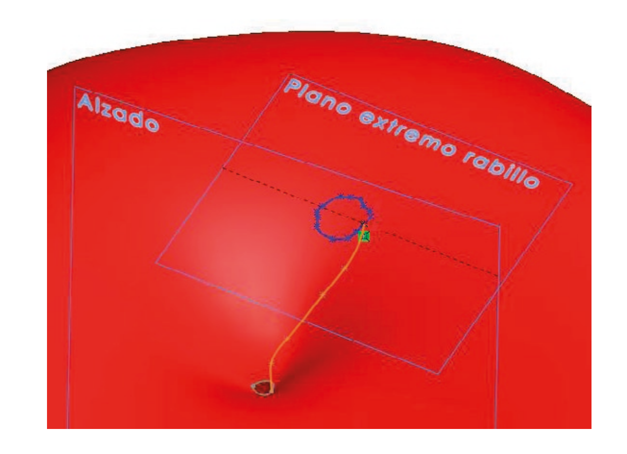




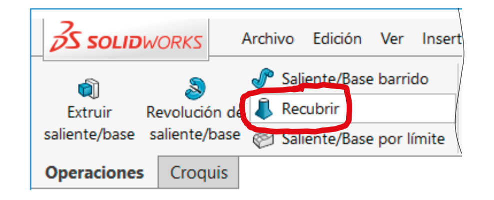
Ejecución

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

√ Dibuje un contorno arbitrario, ligeramente mayor que el de la base del rabillo

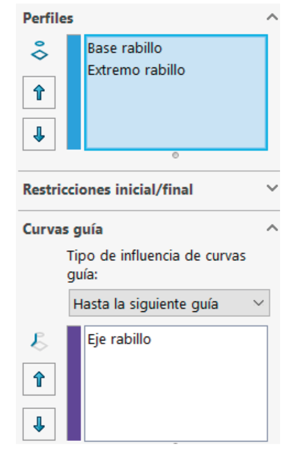


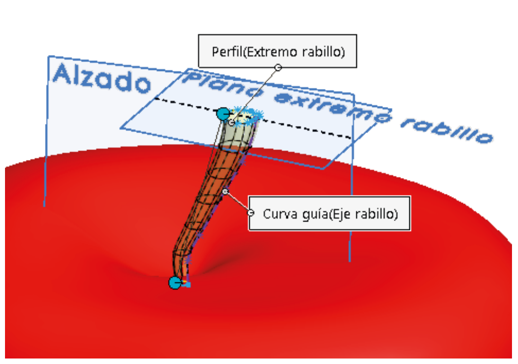
√ Seleccione el comando *Recubrir*



√ Seleccione los dos perfiles

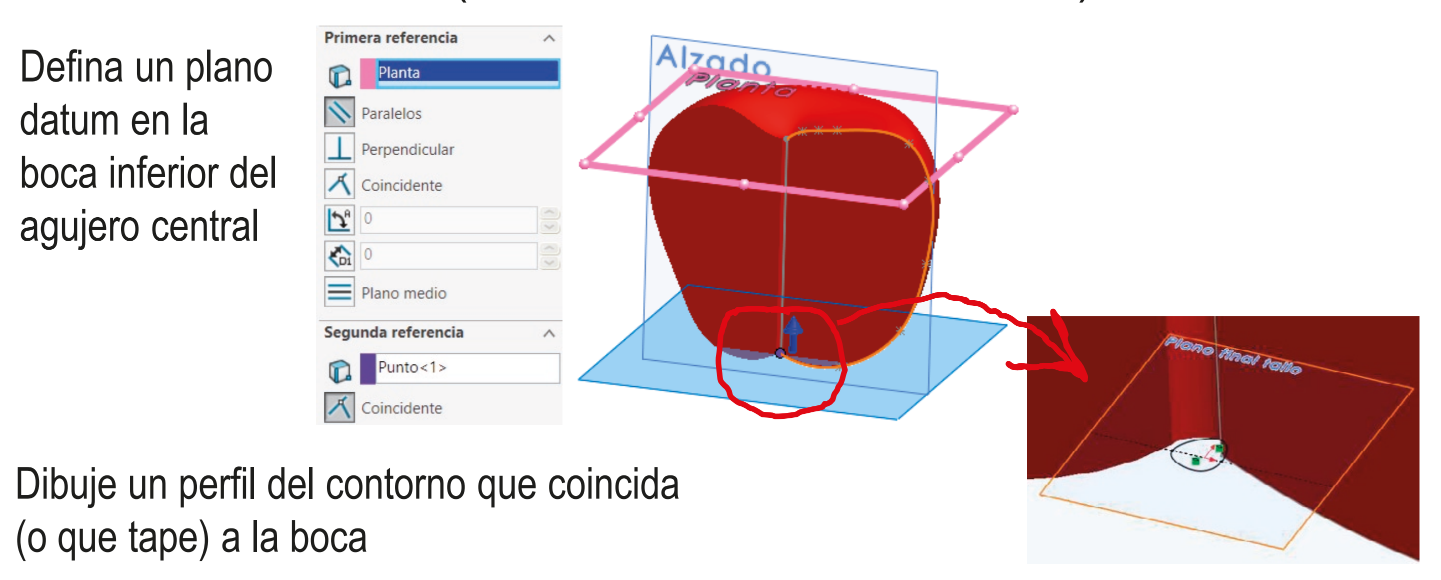
√ Seleccione la trayectoria





Rellene el hueco central (si ha modelado como sólido):

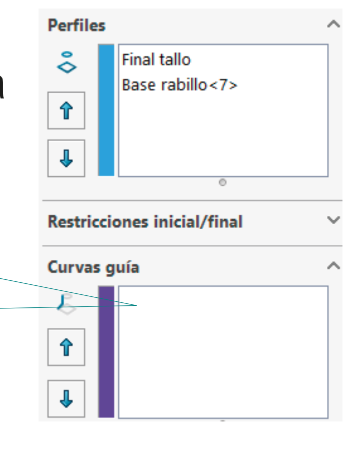
- √ Defina un plano datum en la boca inferior del agujero central

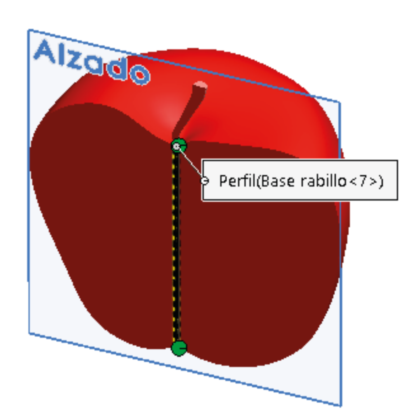


- √ Dibuje un perfil del contorno que coincida (o que tape) a la boca

- √ Haga un recubrimiento entre ambos perfiles, para rellenar el hueco central

No hace falta trayectoria, porque debe ser recta, si los perfiles están bien delimitados





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

1 La estrategia de modelado es sencilla:

- √ Descomponer el volumen/superficie en gajos o parches
- √ Dibujar splines planos para delimitar los bordes de cada tramo (gajo o parche)
- √ Recubrir entre splines sucesivos, hasta completar el volumen/superficie

2 La ejecución se puede complicar rápidamente



3 La mejor solución es definir splines con pocos nodos y cambios suaves, especialmente en las zonas próximas al resto de perfiles y contornos

Capítulo 1.9. Modelado de piezas estándar

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción

Las piezas estándar tienen gran importancia en el diseño de productos:

- √ Abaratan costes

  Por fabricarse en grandes lotes

- √ Garantizan ciertos requisitos de comportamiento

  Seguridad, resistencia mecánica, etc.



Por tanto, es recomendable utilizar piezas estándar siempre que sea posible

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción

Habitualmente, las piezas que se usan frecuentemente, se modelan una vez y se guardan en librerías o bibliotecas para reutilizarlas



Las librerías o bibliotecas
son conjuntos ordenados de modelos de piezas



En general, las piezas estándar no se modelan, están pre-modeladas y guardadas en librerías o bibliotecas



Pero, a veces deben modelarse:

√ Para generar nuevos modelos para una biblioteca

√ Porque no se dispone de bibliotecas

Para modelar piezas estándar, hay que conocer dos peculiaridades:

1. Los modelos deben respetar los criterios de diseño incluidos en las normas que definen las piezas estándar

2. Los modelos pueden estar simplificados mediante atributos cosméticos



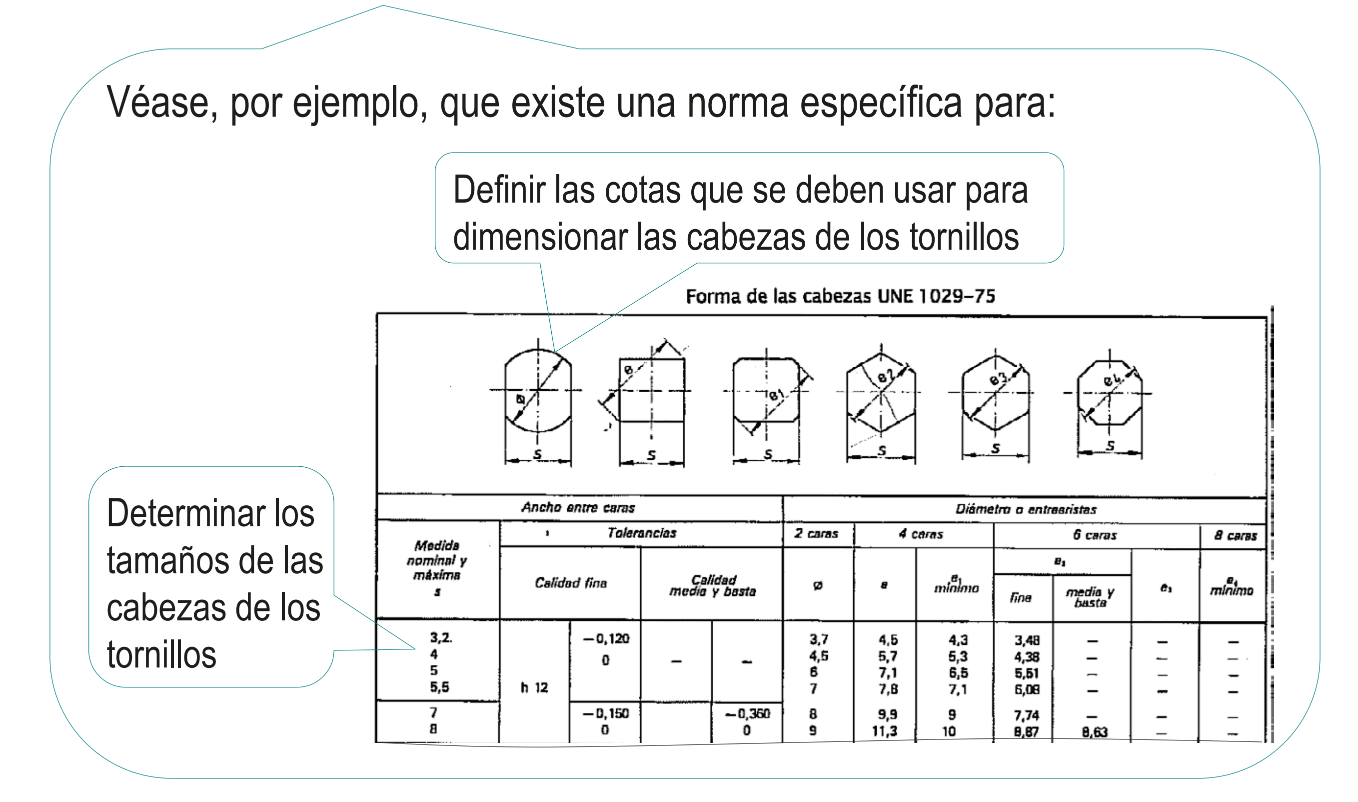
Estas peculiaridades no son exclusivas de las piezas estándar…

…pero son más frecuentes e importantes en éste tipo de piezas

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Los criterios de diseño provienen de que las formas y tamaños de las piezas estándar están sujetas a normas



Ancho entre caras					Diámetro o entrearistas						
Medida nominal y máxima s	Tolerancias				2 caras	4 caras		6 caras			8 caras
	Calidad fina		Calidad media y basta		ø	e	e_1 mínimo	e_1 fina	e_1 media y basta	e_1	e_1 mínimo
3,2.	h 12	−0,120	–	–	3,7	4,5	4,3	3,48	–	–	–
4		0			4,5	5,7	5,3	4,38	–	–	–
5					6	7,1	6,5	5,51	–	–	–
5,5					7	7,8	7,1	6,08	–	–	–
7		−0,150		−0,360	8	9,9	9	7,74	–	–	–
8		0		0	9	11,3	10	8,87	8,63	–	–

En consecuencia, las piezas estándar no se pueden modelar ignorando las normas que las definen y limitan

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción

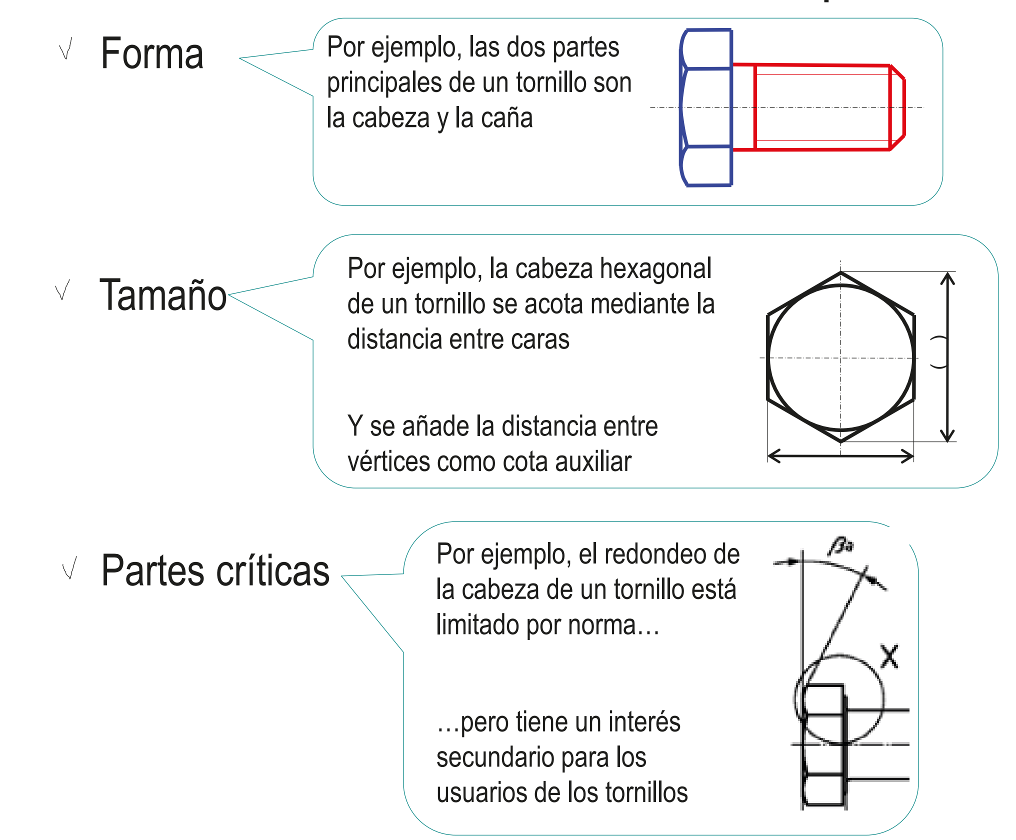
Modelado

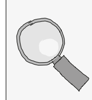
Criterios

Simplificaciones

Librerías

Los criterios de diseño implícitos en las normas que define las piezas estándar abarcan diferentes aspectos:





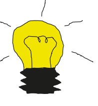
Más detalles sobre representaciones estándar en 1.9.1

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelado: criterios



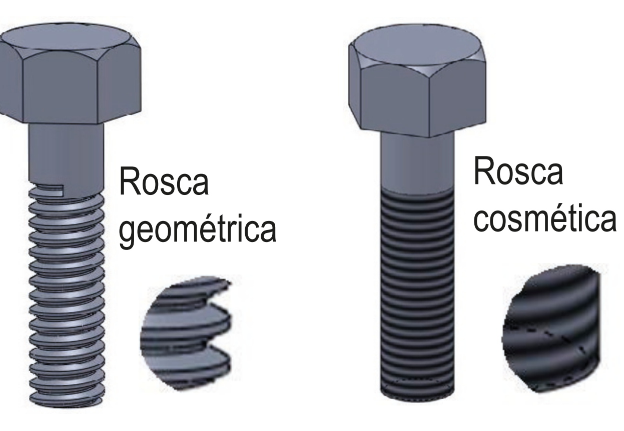
Debe notarse que las normas propias de las empresas, también se deben respetar, puesto que, aunque no tengan valor legar, contienen información sobre los mejores criterios de diseño de las piezas a las que hacen referencia

En consecuencia, las normas de empresas, actúan como colecciones de buenas prácticas que ayudan a modelar transmitiendo más y mejor la intención de diseño

Las piezas estandarizadas suelen contener partes complejas y/o repetitivas

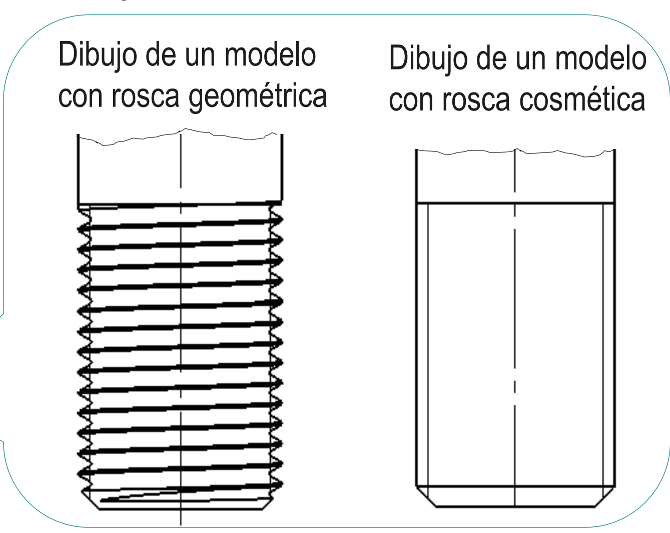
Se suelen modelar mediante representaciones simplificadas

"cosméticas"



Las representaciones cosméticas sirven para:

- √ Reducir los cálculos necesarios para mostrar los modelos
- √ Simplificar la visualización de los modelos virtuales
- √ Generar automáticamente las representaciones simplificadas en los dibujos



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción

Modelado

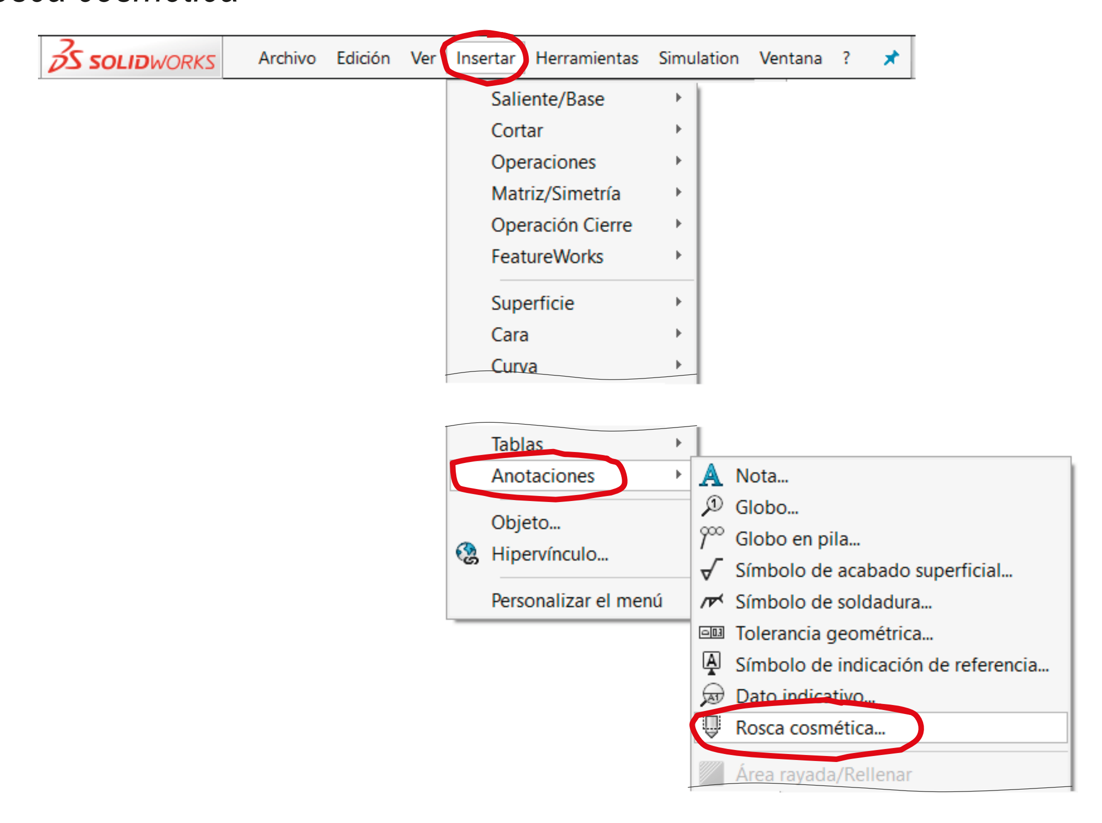
Criterios

Simplificaciones

Librerías

Las roscas cosméticas de SolidWorks se definen como una *anotación* simbólica sobre una superficie cilíndrica o cónica:

√ Seleccione el comando *Rosca cosmética*



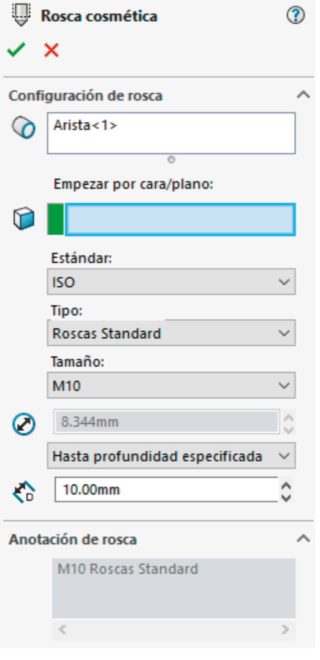
ISBN: 978-84-18432-81-1

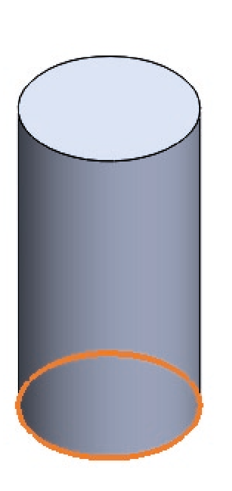
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

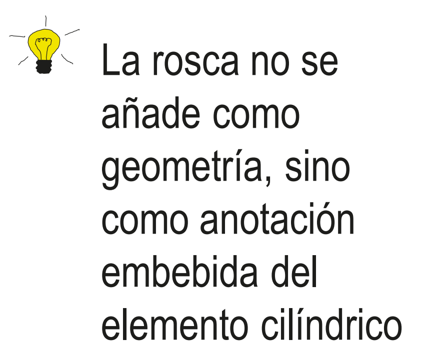
√ Seleccione la circunferencia del borde cilíndrico donde debe empezar la rosca

√ Seleccione el tipo de rosca

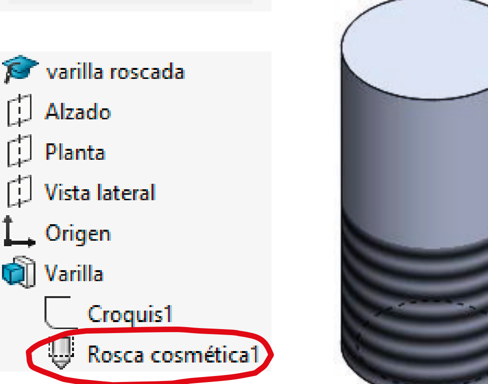
√ Indique la longitud roscada







La rosca no se añade como geometría, sino como anotación embebida del elemento cilíndrico



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Asegúrese de que la visualización de roscas cosméticas está activada

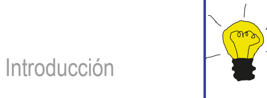
La visualización de anotaciones en general también debe estar activada

Si es necesario, reconstruya el dibujo para asegurar que se visualice la rosca cosmética

ISBN: 978-84-18432-81-1

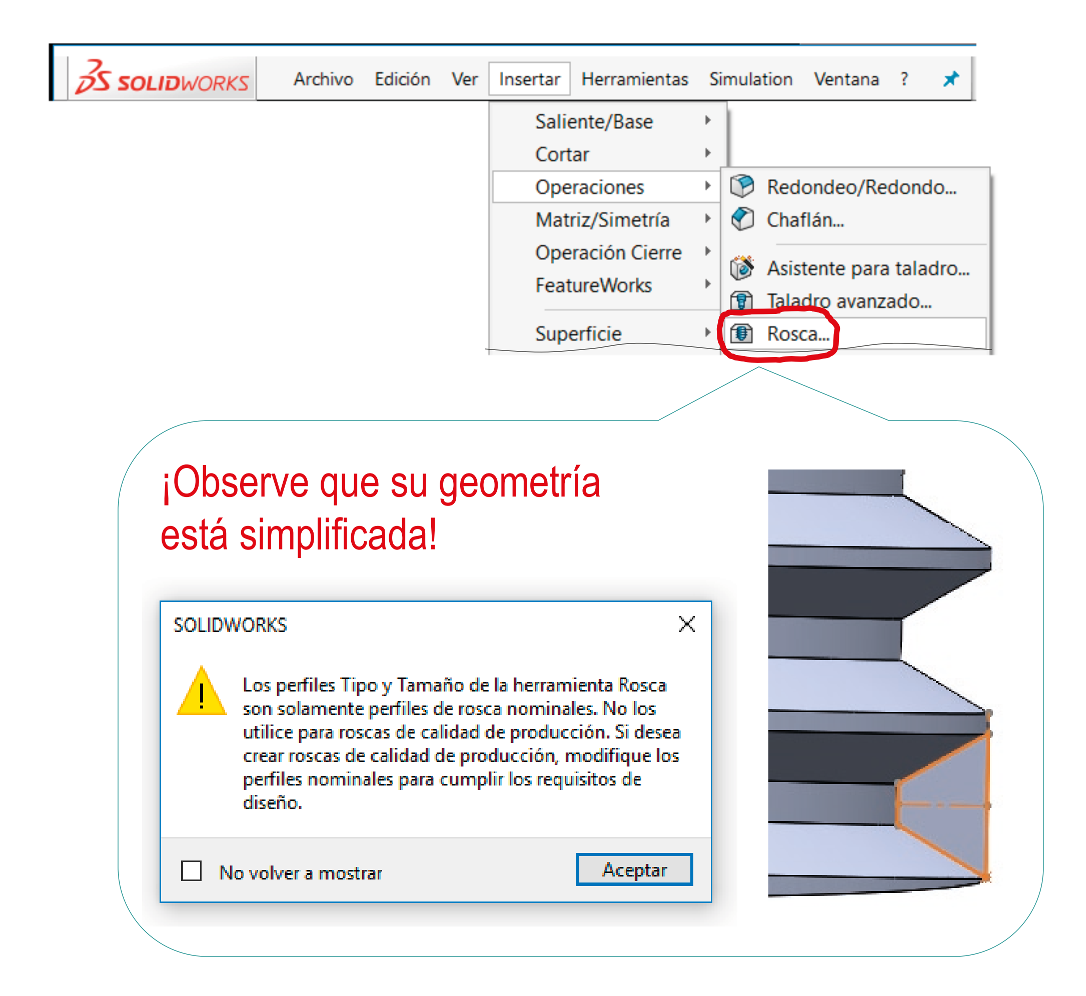
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelado: simplificaciones



También se puede obtener la rosca geométrica mediante el comando *Rosca*

√ Añada la operación *Rosca*

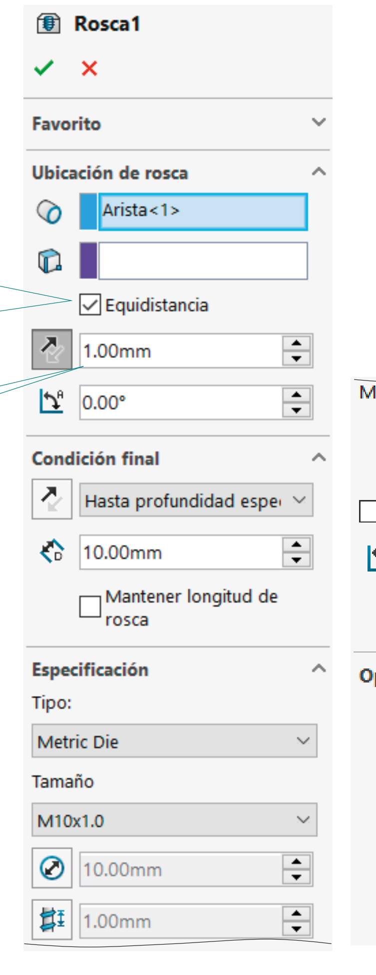


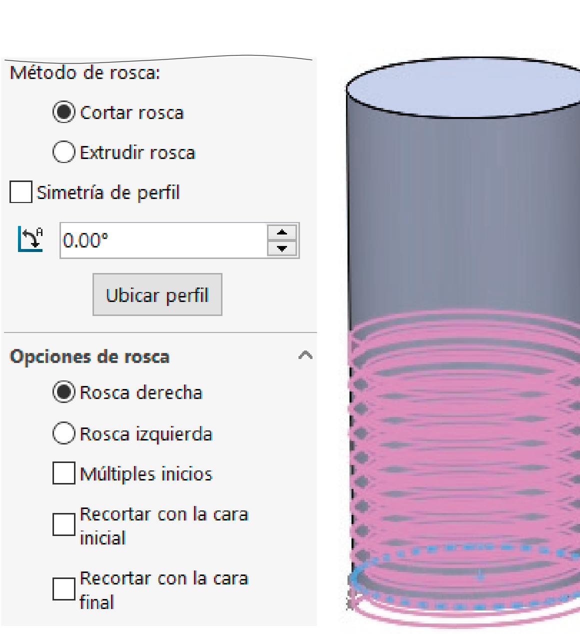
√ Seleccione la arista del cilindro en la que empieza la rosca

Desplace el inicio de la rosca para roscar la arista inicial

Desplace una longitud igual al paso

√ Seleccione los parámetros de la rosca

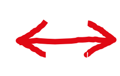




Modelado: simplificaciones

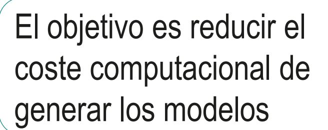
Las representaciones simplificadas o cosméticas también se aplican a elementos repetitivos:

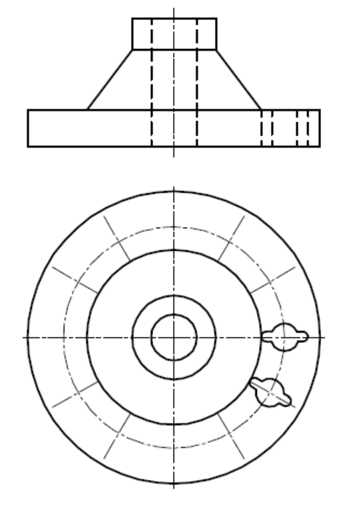
Las normas de dibujo "clásicas" incluyen indicaciones para simplificar elementos repetitivos



Las aplicaciones CAD 3D incluyen herramientas para generar algunas de esas simplificaciones

El objetivo era reducir la carga de trabajo de delineación







Matrices cosméticas

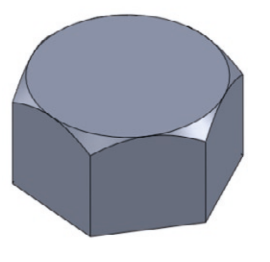
La operación Matriz cosmética le permite definir y visualizar matrices de taladros de manera cosmética en lugar de mostrar modelos sólidos completamente teselados. El tiempo de reconstrucción se reduce considerablemente debido a que la geometría de matriz es sólo cosmética.

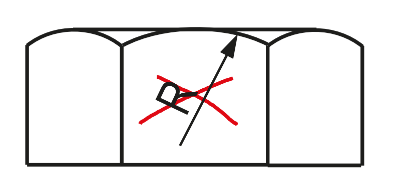
Puede aplicar matrices cosméticas sólo a las caras planas y paralelas.



Ciertas simplificaciones "cosméticas" que eran habituales en dibujo técnico tradicional, no son aceptables al modelar en 3D

El achaflanado de las cabezas hexagonales de los tornillos y tuercas **no** produce arcos de circunferencia

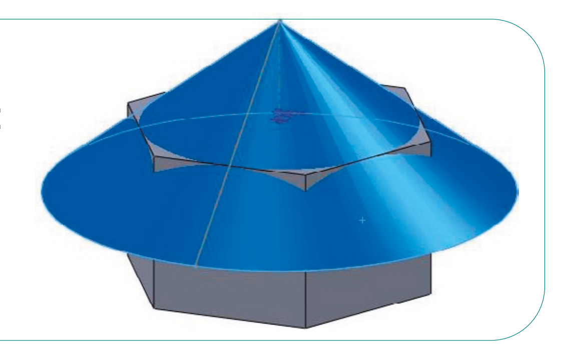




¡Esta simplificación no tiene sentido cuando se modela en 3D!

Es más complicado modelar la simplificación que modelar la realidad:

Son arcos de hipérbola que resultan de la intersección de un cono con las caras de un prisma hexagonal



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modelado: simplificaciones

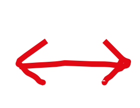


Existen ciertas formas geométricas repetitivas que se pueden simplificar…

… pero que no tienen atributos cosméticos propios instalados en las aplicaciones CAD

La solución es crear nuevos atributos cosméticos, adaptando las simplificaciones pensadas para dibujos 2D:

Las normas orientadas al dibujo de planos no son apropiadas para modelos 3D



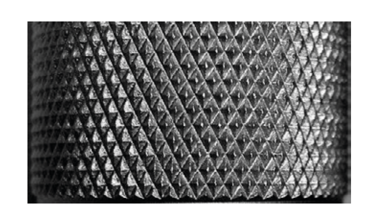
Se definen criterios equivalentes, basados en una representación cosmética, para el modelo 3D

Los más habituales son una indicación simplificada mediante un sombreado y/o un signo de fabricación

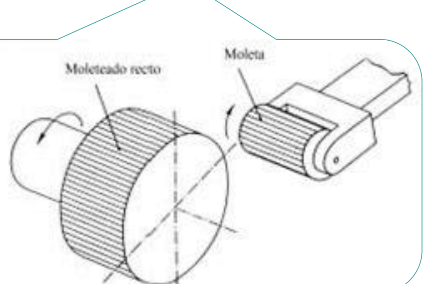
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

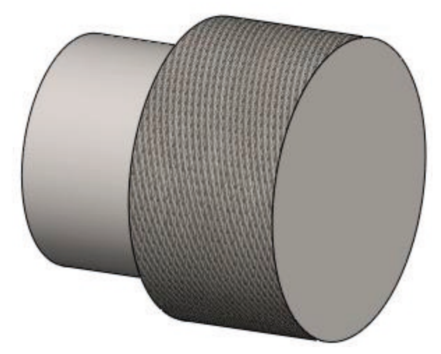
Por ejemplo, el moleteado (knurling) es una operación de mecanizado que se realiza sobre una superficie para generar estrías que faciliten el agarre

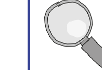


El moleteado se consigue con una herramienta denominada moleta (de material más duro que la pieza a grabar), que presiona y gira o desliza sobre la zona a moletear



El moleteado simplificado se obtiene pegando una textura sobre la superficie a moletear:





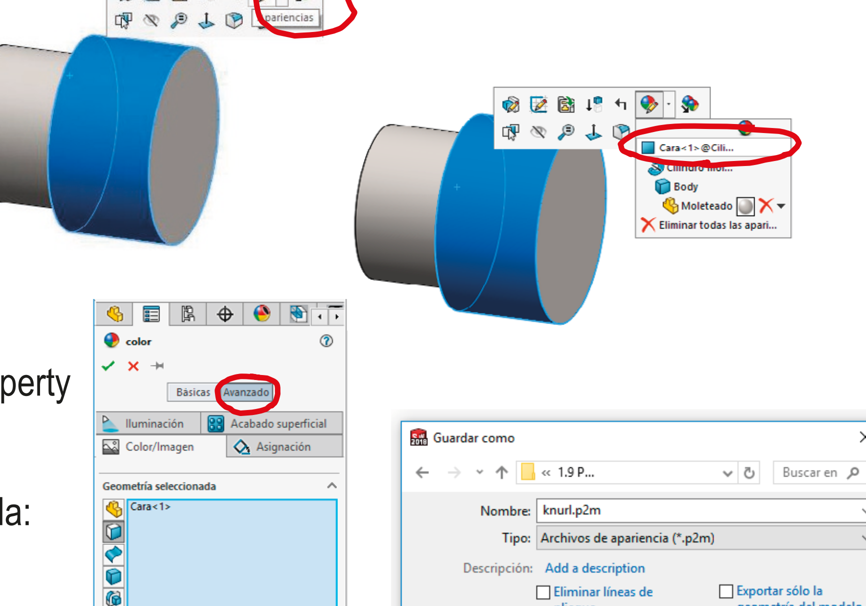
El procedimiento detallado es como sigue:

- Seleccione la cara a la que quiere aplicar la textura
- Seleccione *Apariencias* en el menú contextual
- Seleccione la cara en la lista



- Seleccione la textura en el property manager o el panel de tareas
- Si la textura no está predefinida:
  - Seleccione *Avanzado* en el property manager
  - Busque una imagen “externa” con la apariencia deseada

    ¡Debe aportarla usted!
  - Seleccione la imagen externa en su formato (knurl.jpg)
  - El programa creará una copia en el formato “interno” (p2m)



CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Librerías

Introducción

Modelado

Librerías

Acceso

Uso

El funcionamiento de las librerías no está normalizado…

…por lo que se debe conocer la forma particular de acceso a cada librería

Por otra parte, aunque la utilidad principal de las librerías de piezas es como repositorio de piezas para ensamblar…

…las piezas estándar también tienen otros usos

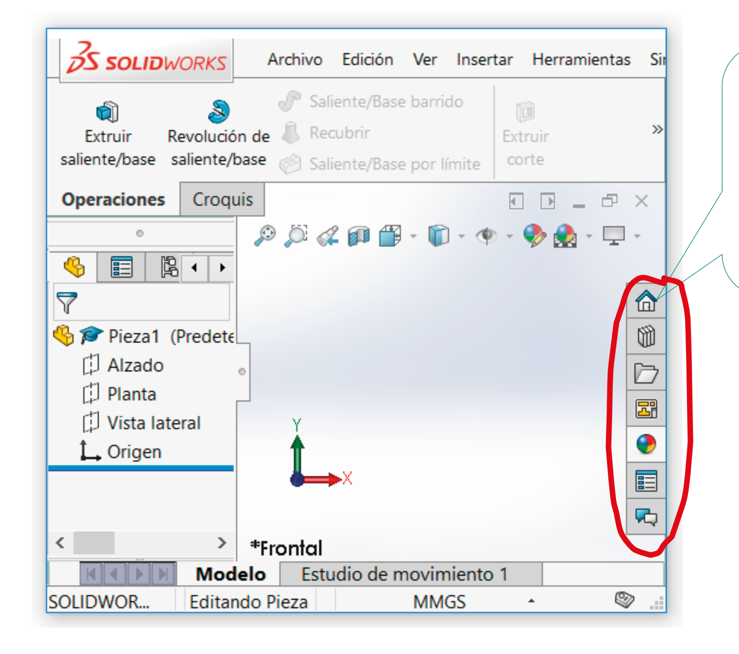
Tales como obtener piezas derivadas

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Librerías: acceso

Se accede a las librerías de SolidWorks desde el panel de tareas:

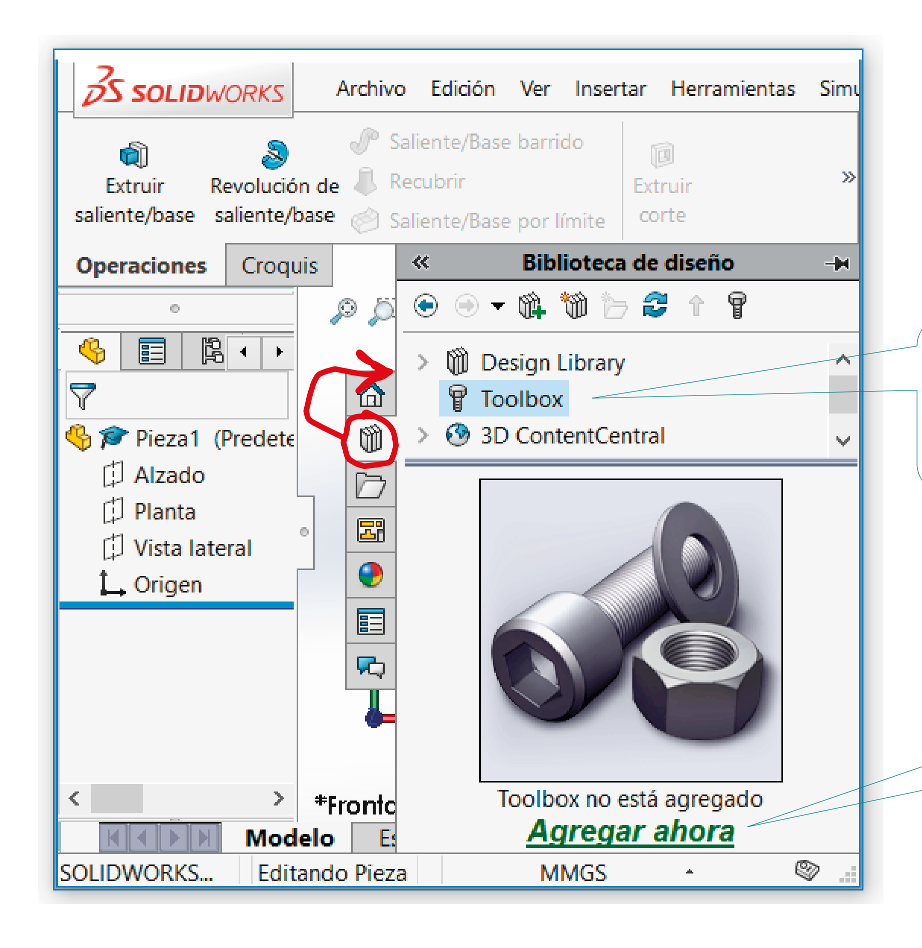


Los botones principales del panel de tareas aparecen automáticamente cuando abre SolidWorks

ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Librerías: acceso

El panel de tareas completo se abre al seleccionar una de sus opciones



La librería que contiene las piezas estándar se denomina Toolbox

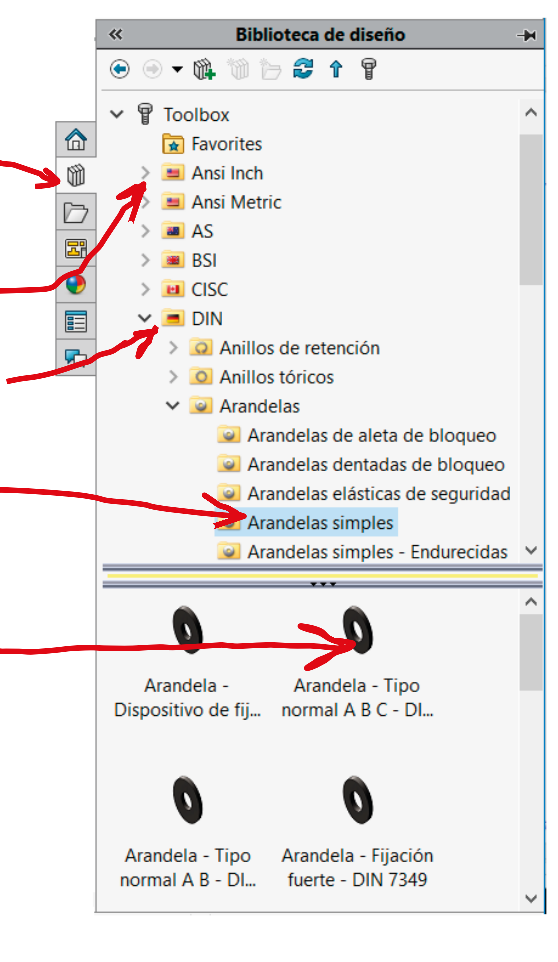
La primera vez que se usa puede ser necesario agregarla

Está instalada, pero no está activa

Introducción
Modelado
Librerías
Acceso
Uso

Seleccione la familia de la pieza que desea incorporar:

- √ Abra la biblioteca de diseño
- √ Despliegue el *Toolbox*
- √ Seleccione la norma deseada
- √ Seleccione el tipo de pieza
- √ Seleccione la familia de piezas



Seleccione un miembro de la familia:

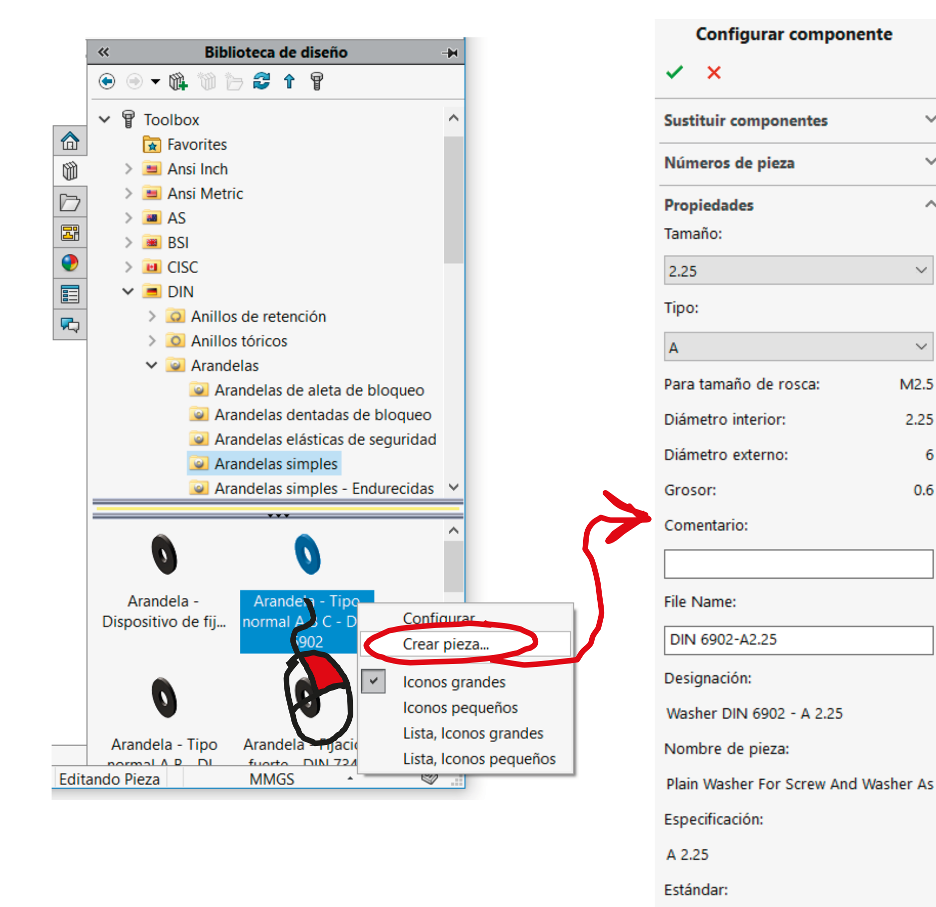
Una "instancia" de la pieza

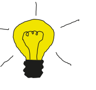
√ Seleccione la familia de piezas

√ Pulse botón derecho

√ Seleccione *Crear pieza* en el menú contextual

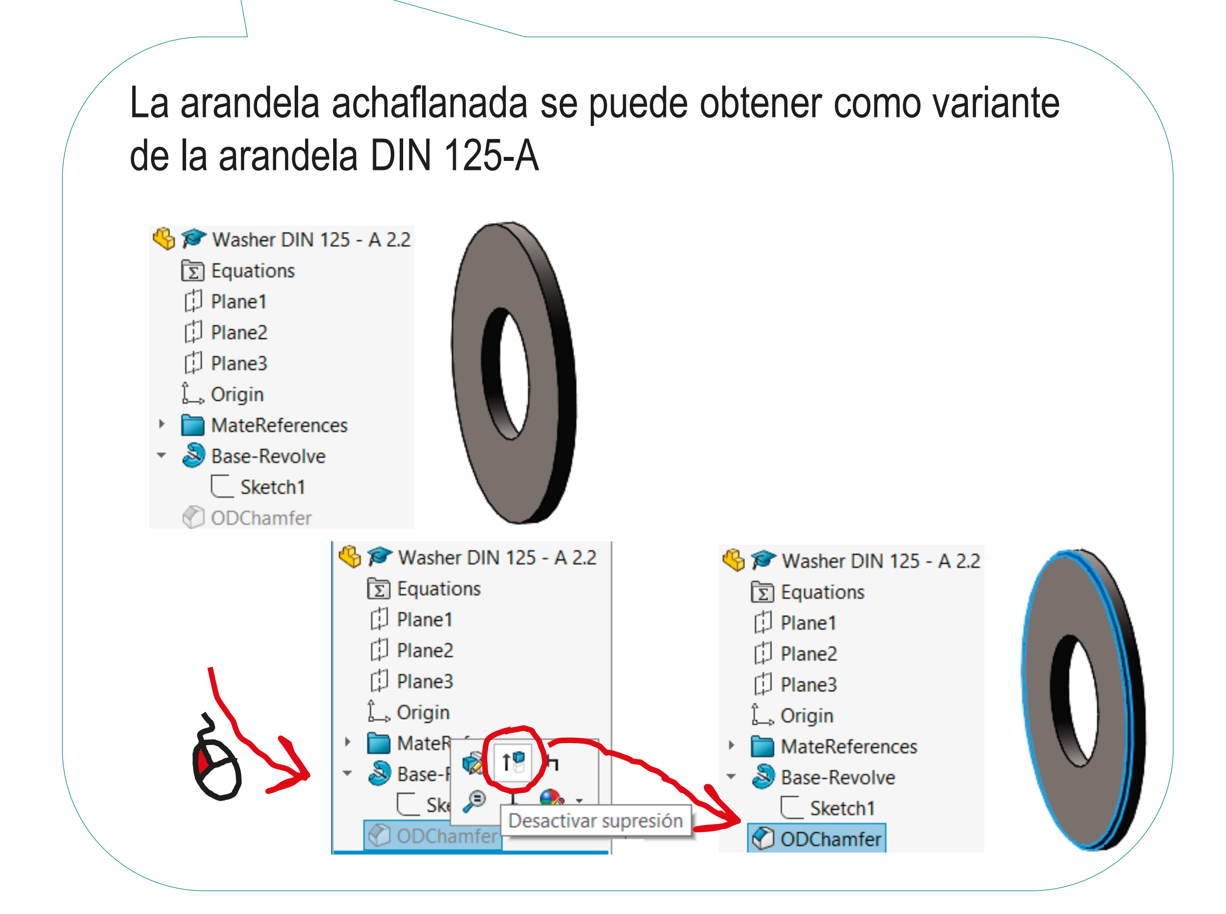
√ Seleccione los parámetros apropiados en el *property manager*





Note que algunas variantes de piezas estándar están embebidas en otras piezas de la biblioteca

La arandela achaflanada se puede obtener como variante de la arandela DIN 125-A



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción

Modelado

Librerías

Acceso

Uso

Hay diferentes formas de usar una pieza de la biblioteca de diseño:

- √ Añadirla a un conjunto o ensamblaje
- √ Editarla y guardarla como pieza
- √ Como una pieza derivada

Es el modo normal de uso

La pieza estándar se añade al ensamblaje sin modificarla

Basta indicar la posición y la orientación



Más detalles sobre ensamblajes con piezas de librería en 2.2

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

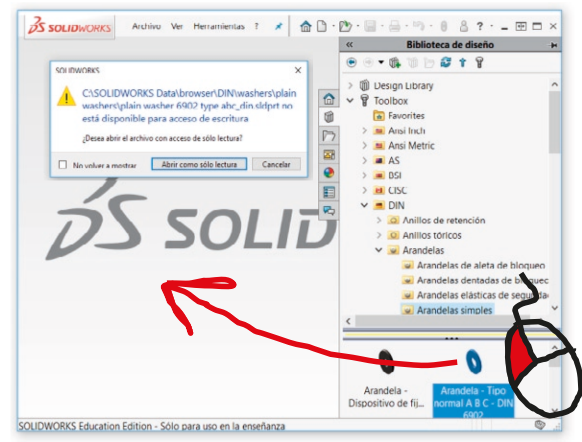
Librerías: uso

Hay diferentes formas de usar una pieza de la biblioteca de diseño:

- Añadirla a un conjunto o ensamblaje
- Editarla y guardarla como pieza
- Como una pieza derivada

El proceso es como sigue:

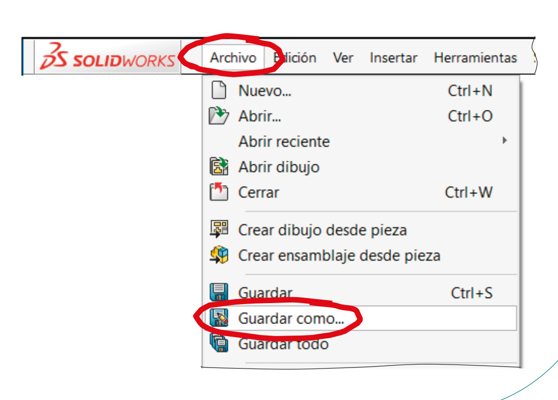
- Seleccione y arrastre la pieza hasta la ventana principal **vacía**



- Use *Guardar como* para guardar la pieza en otra ubicación

  Para no alterar la pieza de la biblioteca

- Edite la pieza
- Guarde la pieza editada



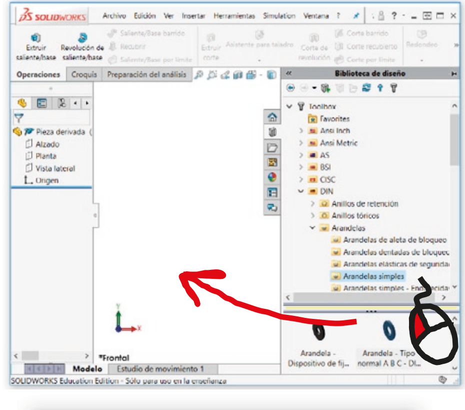
Librerías: uso

Hay diferentes formas de usar una pieza de la biblioteca de diseño:

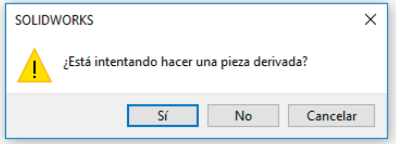
- Añadirla a un conjunto o ensamblaje
- Editarla y guardarla como pieza
- Como una pieza derivada

El proceso es como sigue:

- Seleccione y arrastre la pieza hasta la ventana principal de una **pieza nueva**



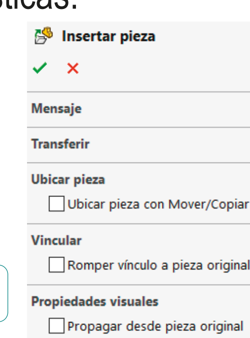
- Confirme que desea una pieza derivada



El resultado tiene las siguientes características:

- La pieza nueva contiene ahora a la pieza derivada como primera operación de modelado
- Por defecto, la pieza derivada está vinculada a la pieza de librería

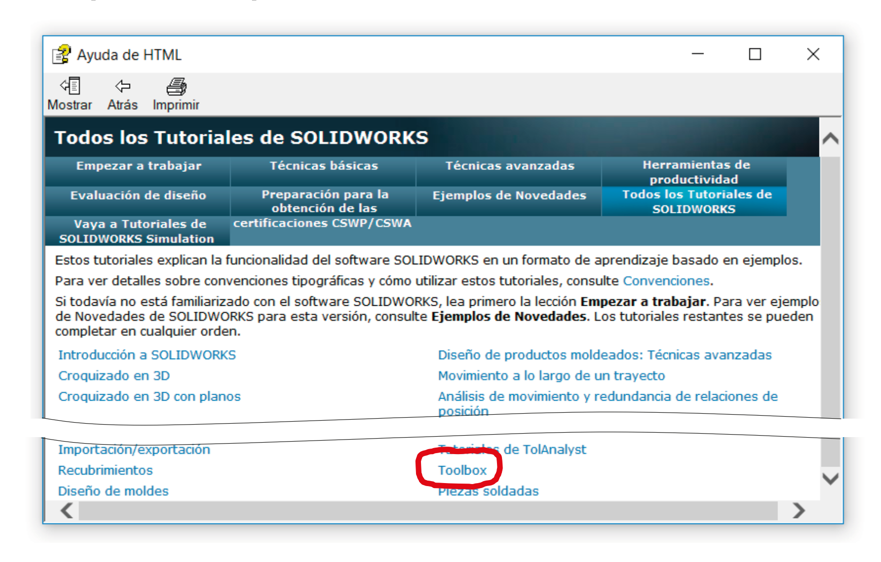
Por ello, su nombre va seguido del sufijo ->



Para repasar

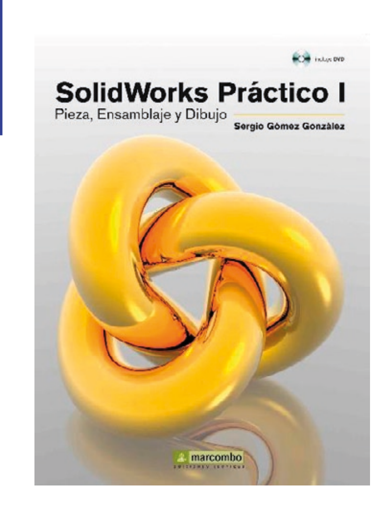
¡Cada aplicación CAD
tiene sus propias peculiaridades
para las piezas de librería!

¡Hay que estudiar
el manual de la aplicación
que se quiere utilizar!

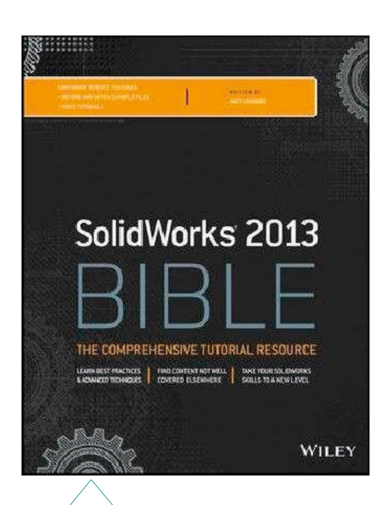




Para repasar





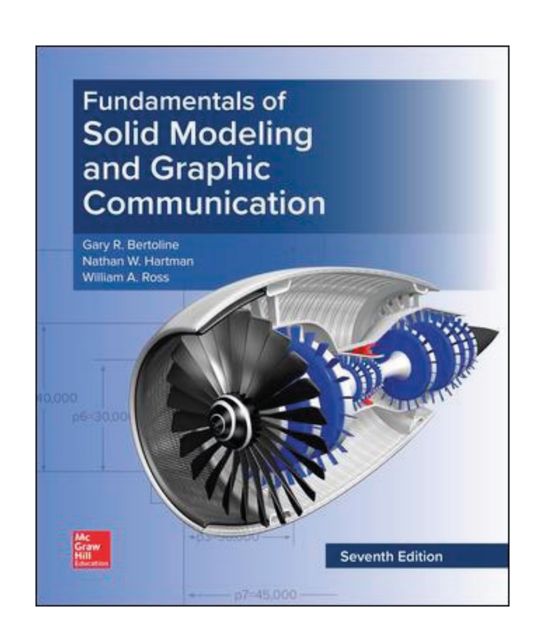


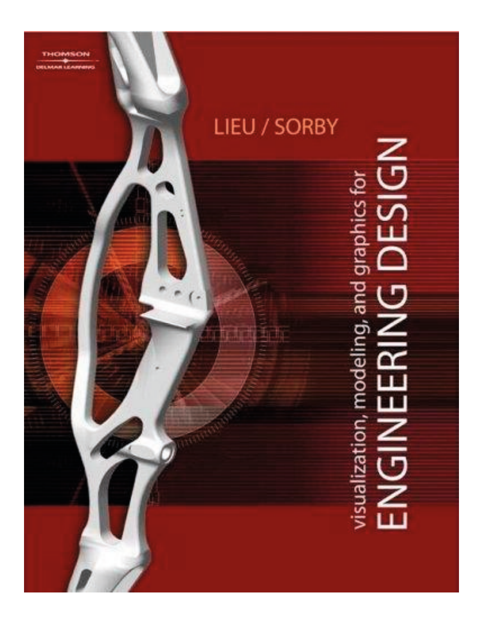
Chapter 18. Libraries, Assembly Features, and hole wizard

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Para repasar







Chapter 4: Feature-Based Modeling

Capítulo 6: Solid Modeling

Chapter7: Standard Parts

Introducción

Para modelar piezas estándar hay que conocer sus normas, porque incluyen criterios de diseño

Además los planos derivados de piezas estándar también deben cumplir criterios de representación específicos

Vamos a ilustrar estos conceptos revisando:

- √ Criterios de representación de piezas estándar
- √ Criterios de diseño de algunas piezas estándar de uso frecuente

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Criterios de representación

Hay tres tipos de representaciones para mostrar la forma de las piezas estándar:

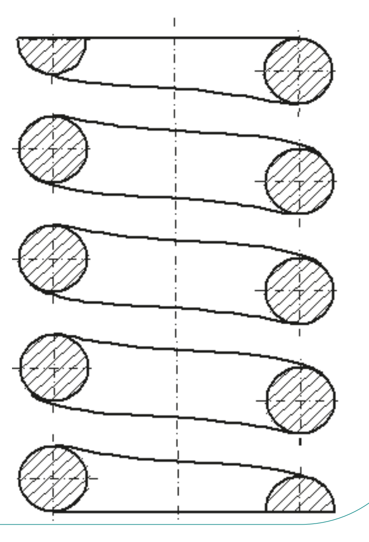
1 Las representaciones estandarizadas

2 Las representaciones simplificadas

3 Los símbolos y leyendas

Las representaciones estandarizadas son las que usan las vistas, cortes y cotas que se emplean habitualmente para definir piezas

Por ejemplo, las representaciones en vista o en corte de un muelle dan lugar a curvas senoidales que resultan de proyectar la hélice cilíndrica sobre un plano paralelo al de su eje



Hay tres tipos de representaciones para mostrar la forma de las piezas estándar:

1 Las representaciones estandarizadas

2 Las representaciones simplificadas

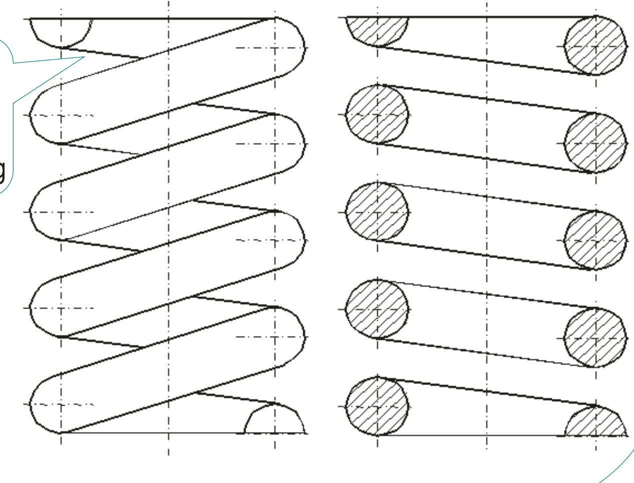
3 Los símbolos y leyendas

Las representaciones simplificadas reemplazan la geometría real por una versión

Muestran qué es y donde está mientras simplifican el cómo es

Por ejemplo, la norma UNE 1-042-75 (ISO 2162-73) indica la forma apropiada para representar resortes y muelles incluyendo ciertas simplificaciones

La simplificación convierte la curva senoidal en una línea recta en zigzag



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Criterios de representación

Hay tres tipos de representaciones para mostrar la forma de las piezas estándar:

1 Las representaciones estandarizadas

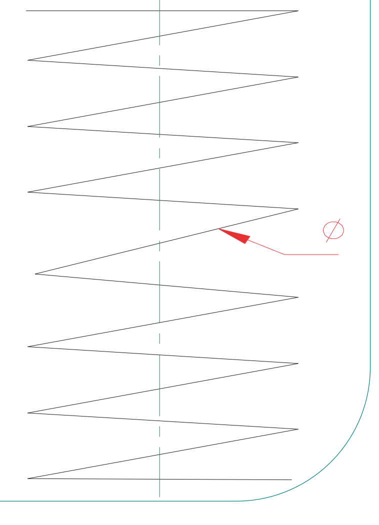
2 Las representaciones simplificadas

3 Los símbolos y leyendas

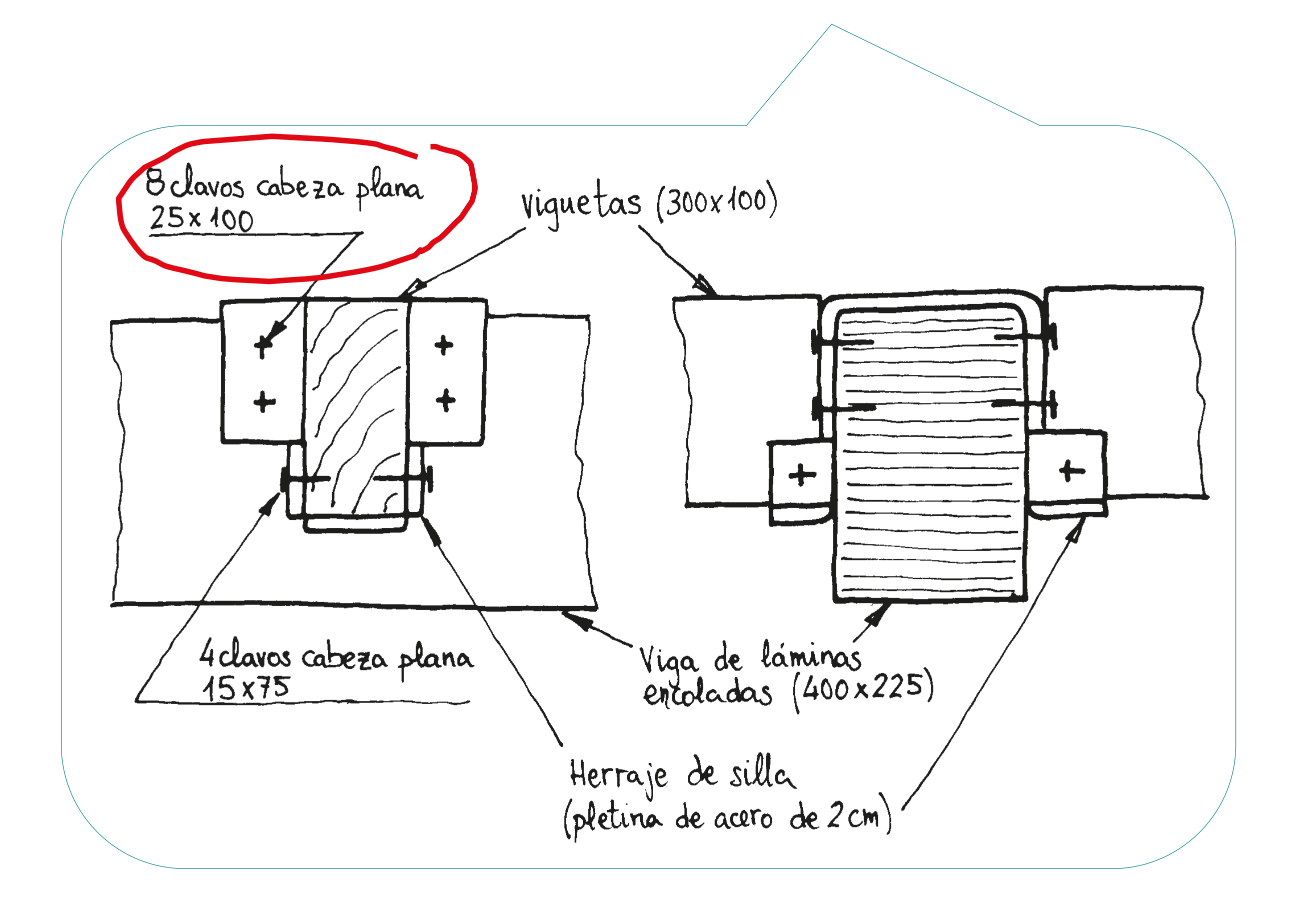
Los símbolos y leyendas complementan o reemplazan a las vistas

Para ciertas piezas con representaciones complejas y/o que se dibujan con mucha frecuencia, se han definido símbolos sustitutivos

Por ejemplo, la norma UNE 1-042-75 (ISO 2162-73) indica la forma simbólica para representar resortes y muelles



Los símbolos se pueden combinar con códigos de identificación o leyendas explicativas



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción

Representación

Diseño



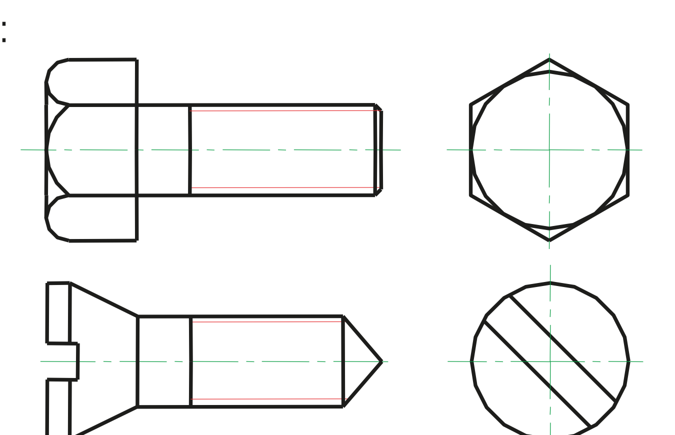
También existen criterios de representación particulares que están implícitamente descritos en las normas

Por ejemplo, en las normas, los tornillos se representan del siguiente modo:

1 Se utiliza una vista longitudinal y una vista de la cabeza

2 Se añaden particularidades como:

- √ Situar una cara de la cabeza paralela al alzado cuando son hexagonales (para "que se vean tres caras")
- √ Girar 45° la representación de la planta cuando la cabeza es ranurada



¡El desconocimiento de estos criterios implícitos puede llevar a cometer errores de interpretación de planos!

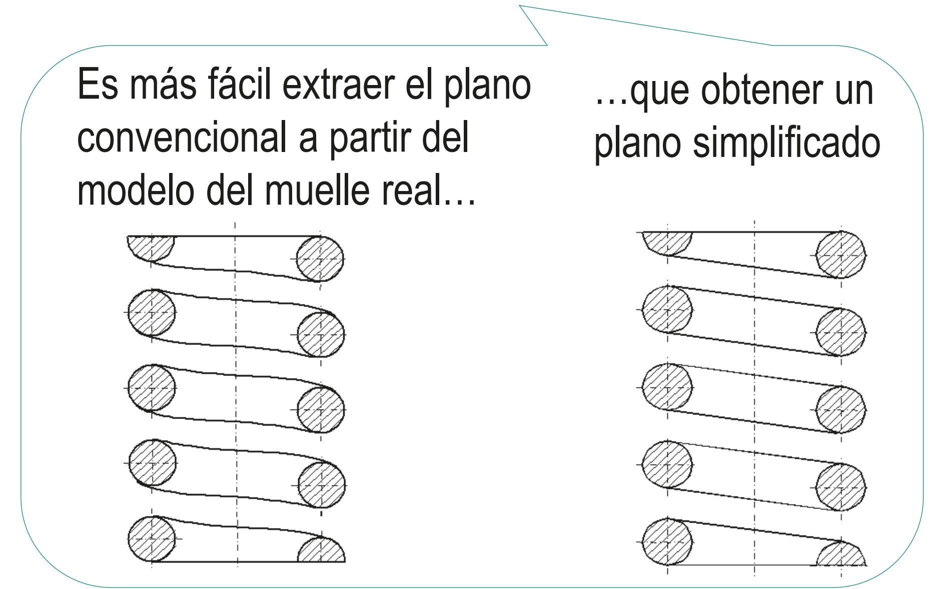
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



Los criterios de representación simplificados están en desuso…

…porque generar modelos simplificados suele requerir más trabajo que obtener los modelos completos



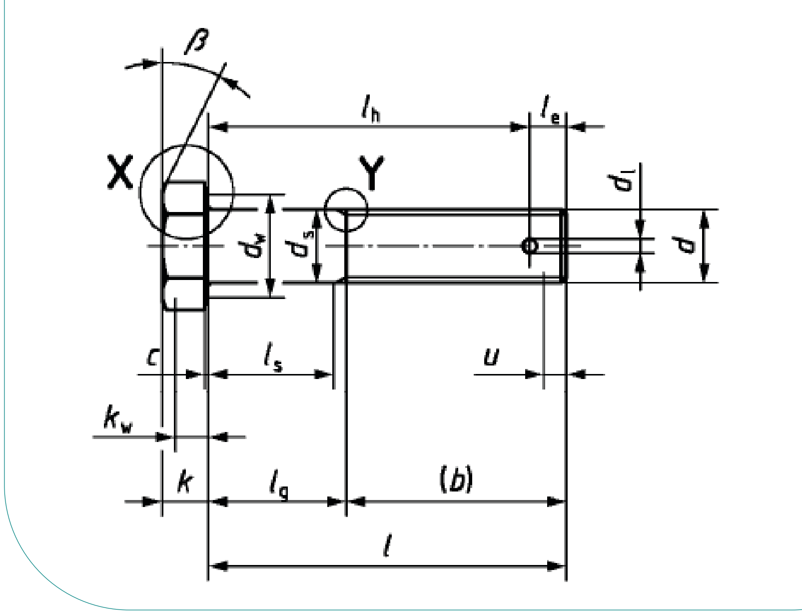
¡Pero sigue siendo necesario conocerlos, para interpretar planos que contienen simplificaciones!

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Los criterios de diseño implícitos en las normas son aquellos que se usan sistemáticamente en todas las normas que afecta a un mismo tipo de pieza, aunque no se indique explícitamente que dicha pieza debe definirse de ese modo

Por ejemplo, las normas definen las dimensiones de los tornillos siempre con las mismas cotas:



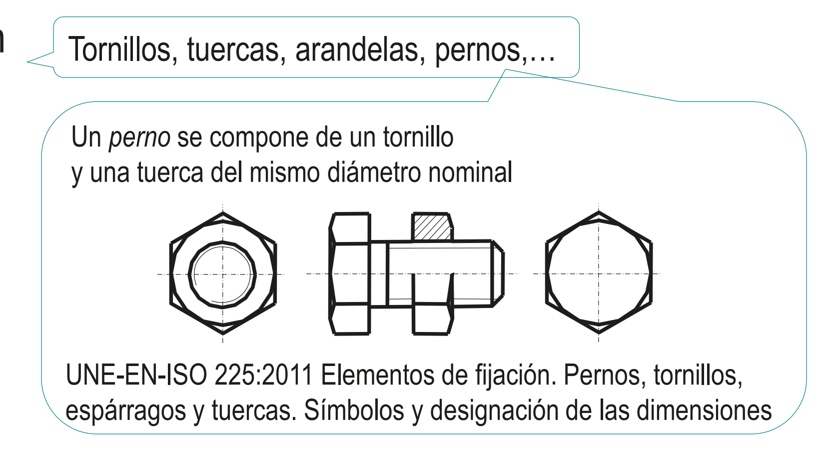
Criterios de diseño

Los criterios de diseño implícitos en las normas que define las piezas estándar abarcan diferentes aspectos:

- √ Forma — Por ejemplo, las dos partes principales de un tornillo son la cabeza y la caña
- √ Tamaño — Por ejemplo, la cabeza hexagonal de un tornillo se acota mediante la distancia entre caras
- √ Partes críticas — Por ejemplo, el redondeo de la cabeza de un tornillo está limitado por norma, pero tiene un interés secundario para los usuarios de los tornillos

Cada tipo de pieza tiene sus peculiaridades, por lo que vamos a ver las piezas estandarizadas más frecuentes:

- √ Aquellas que permiten uniones roscadas — Tornillos, tuercas, arandelas, pernos,…
- √ Muelles
- √ Engranajes



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

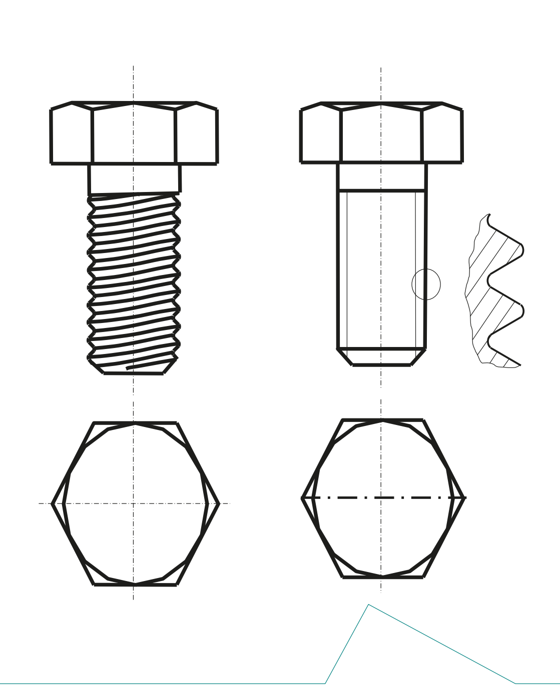
Tornillos

Las partes principales de los tornillos son:

- √ caña, con forma cilíndrica y un tramo roscado con rosca exterior
- √ cabeza, más ancha que la caña

Por ello, los tornillos suelen representarse mediante dos vistas:

- √ Vista longitudinal (para ver la caña y la rosca)
- √ Vista de la cabeza (para ver el contorno de la cabeza)



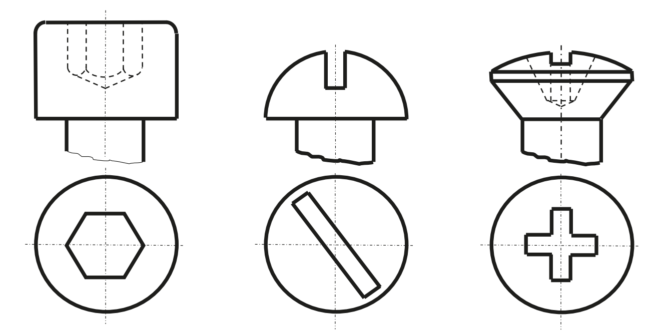
¡Aunque se puede representar la rosca real, lo habitual es representarla simplificada!

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

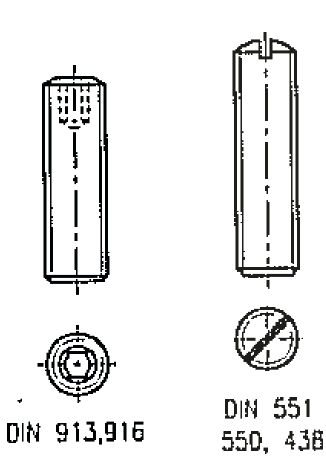


La cabeza puede tener diferentes formas



Pero siempre contiene facetas o acanaladuras apropiadas para poder apretar o soltar el tornillo haciéndolo girar mediante una herramienta

En los tornillos prisioneros no hay cabeza, y la herramienta actúa sobre algún tipo de ranura o hendidura de la propia caña

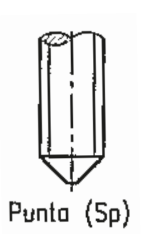


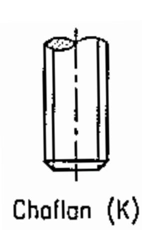
ISBN: 978-84-18432-81-1

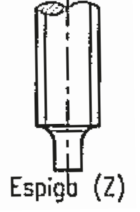
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción
Representación
Diseño
Tornillos
Tuercas
Arandelas
Muelles
Engranajes

Los extremos de las cañas se suelen acabar con chaflán, punta, etc.

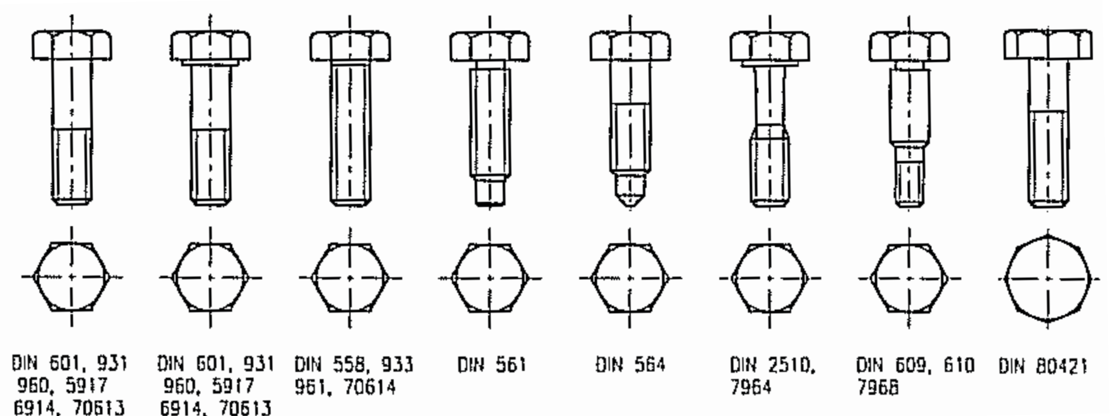






La combinación de cañas, puntas y tramos roscados de diferentes tipos, resulta en una gran variedad de tornillos, muchos de ellos con norma específica

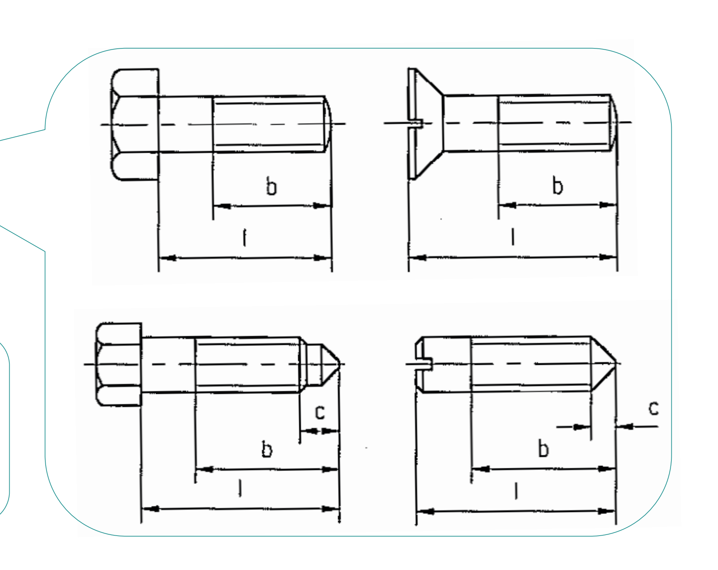
Por ejemplo, solo con cabeza hexagonal existen 8 tipologías de tornillos, regulados por sus normas:



Las cotas de la caña son:

- La longitud de la caña y/o la total
- Las cotas de la punta
- El diámetro de la caña
- El diámetro de la rosca

Cuando el diámetro de la caña coincide con el "diámetro primitivo" de la rosca se acota solo el de la rosca

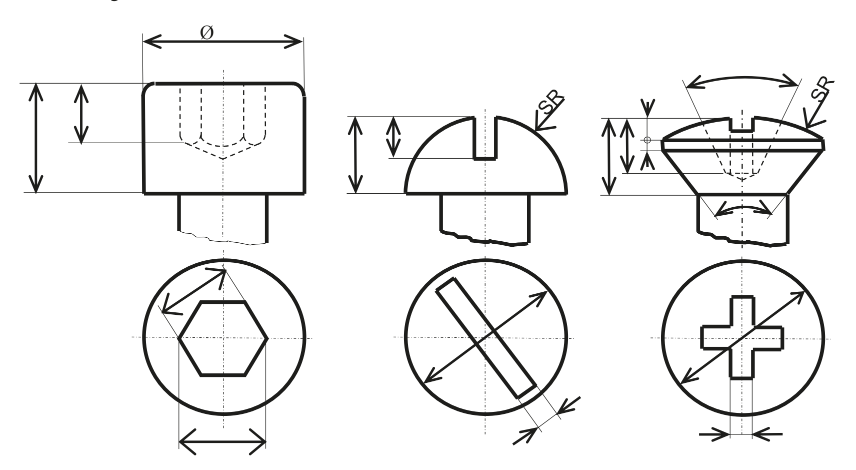


Las cotas de la cabeza son muy variadas

- Se distingue entre cotas principales y auxiliares

Véase UNE 1029-75

- Se distingue entre cotas de la propia cabeza y cotas de la ranura
- No se suelen acotar las partes no criticas (como los redondeos de la cabeza hexagonal),



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tornillos

Introducción

Representación

Diseño

Tornillos

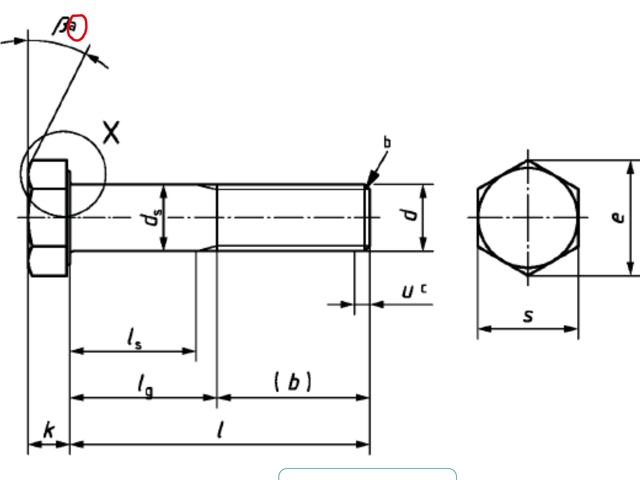
Tuercas

Arandelas

Muelles

Engranajes

Las partes no críticas de los tornillos, como el redondeo de la cabeza, son aquellas que las normas delimitan mediante rangos muy amplios:



Rango amplio

a β de 15º a 30º

b El extremo debe estar achaflanado o, para roscas ≤ M4, el extremo puede estar en estado bruto de laminación (véase la Norma ISO 4753)

c Rosca incompleta $u \leq 2P$

AENOR ISO 4014:2011

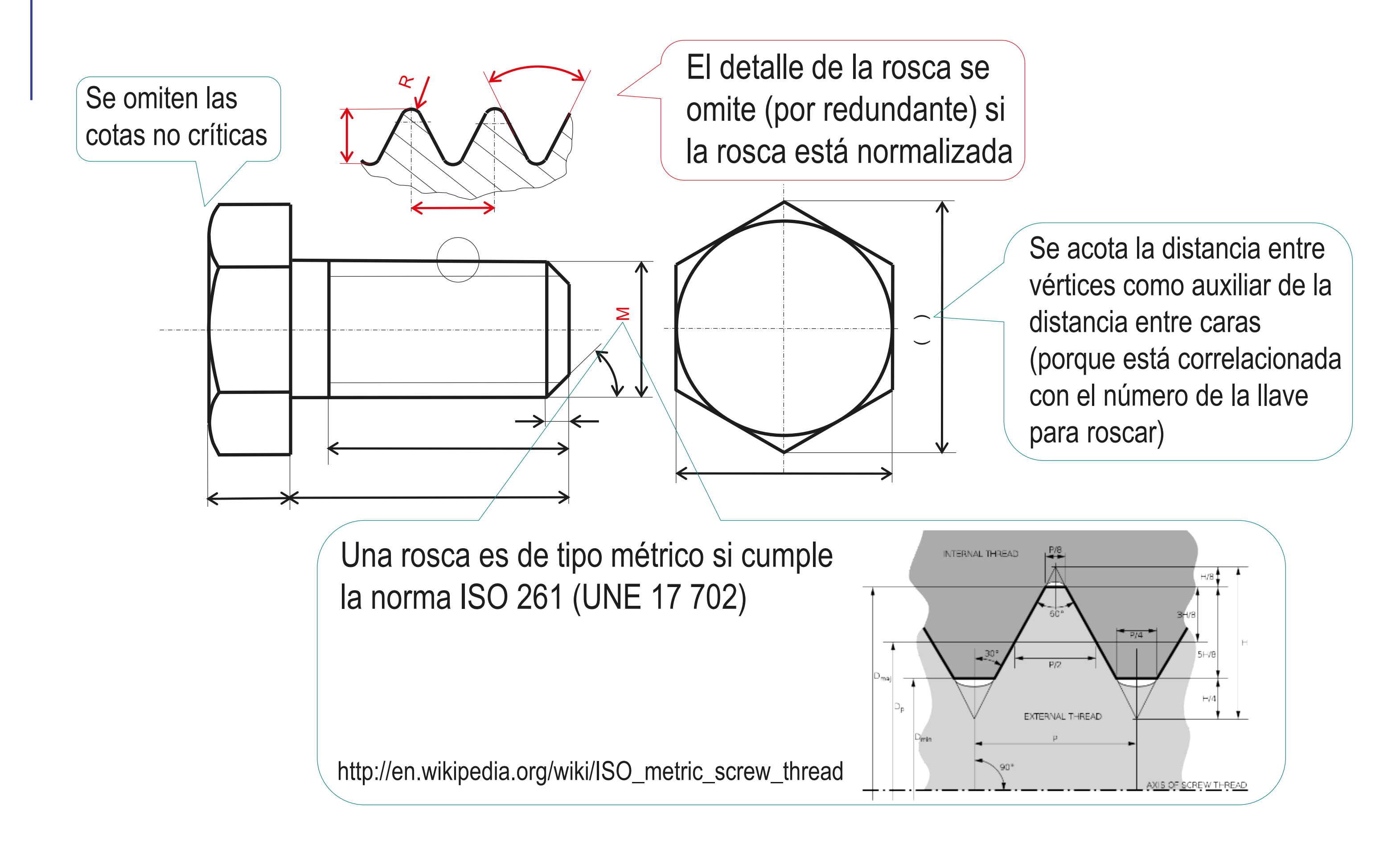
Rosca, *d*			M10
P^a			1,5
b ref.		b	26
		c	32
		d	45
c		máx.	0,60
		mín.	0,15
d_a		máx.	11,2
d_s		nom. = máx.	10,00
	Producto de clase A	mín.	9,78
	Producto de clase B	mín.	9,64
d_w	Producto de clase A	mín.	14,63
	Producto de clase B	mín.	14,47
e	Producto de clase A	mín.	17,77
	Producto de clase B	mín.	17,59
l_f		máx.	2
k		nom.	6,4
	Producto de clase A	máx.	6,58
	Producto de clase A	mín.	6,22
	Producto de clase B	máx.	6,69
	Producto de clase B	mín.	6,11
k_w^e	Producto de clase A	mín.	4,35
	Producto de clase B	mín.	4,28
r		mín.	0,4
s		nom. = máx.	16,00
	Producto de clase A	mín.	15,73
	Producto de clase B	mín.	15,57

Medidas en milímetros

ISBN: 978-84-18432-81-1

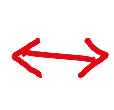
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

El resultado final es que un tornillo simple de cabeza hexagonal se representa como sigue:



Las tuercas son elementos de fijación

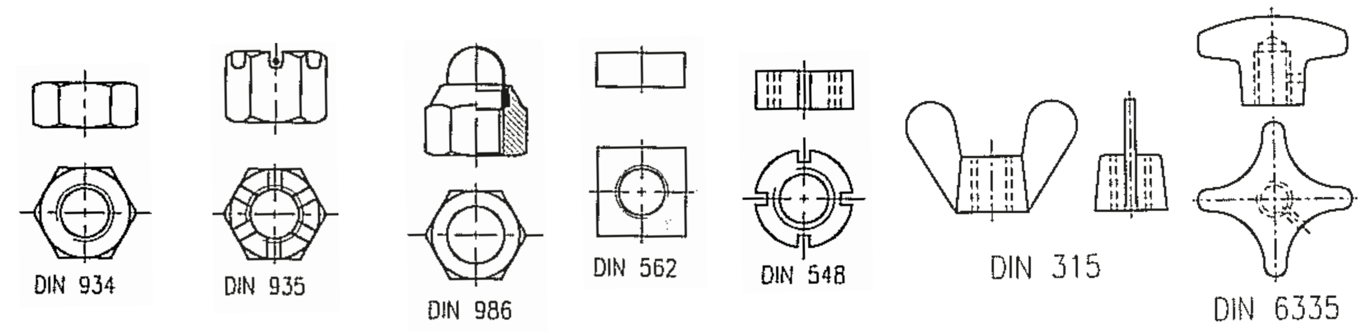
Se roscan sobre un elemento con rosca exterior (espárrago, tornillo, etc.) para inmovilizar las piezas ensartadas, presionándolas con la cabeza de ese elemento y la tuerca



También pueden actuar como elementos de regulación: se roscan hasta la posición deseada y actúan como tope para el movimiento de otras piezas o partes

Su forma consta de:

- una cabeza
- un agujero parcial o totalmente roscado con una rosca interior
- Al igual que los tornillos, tienen facetas o acanaladuras apropiadas para girarlas mediante una herramienta o a mano



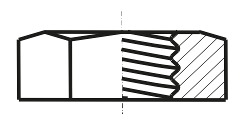
ISBN: 978-84-18432-81-1

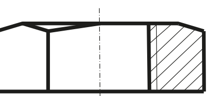
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

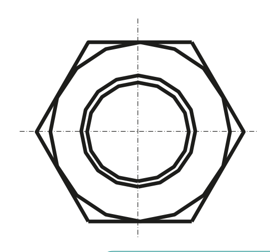
Las tuercas suelen representarse mediante:

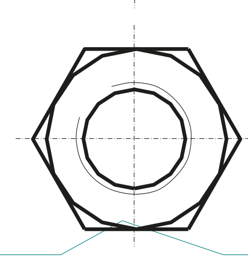
- Vista longitudinal en semivista-semicorte

  para ver tanto la cabeza como la rosca







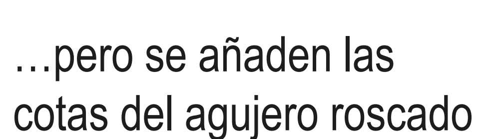


- Vista normal

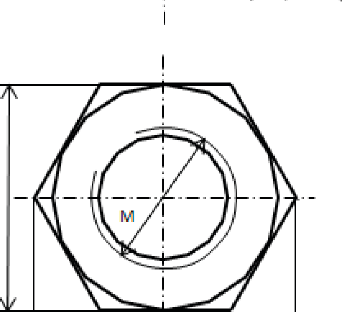
  para ver el contorno de la cabeza

Aunque se puede representar la rosca real, lo habitual es representarla simplificada

Se acotan igual que las cabezas de los tornillos…



…pero se añaden las cotas del agujero roscado

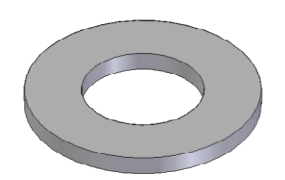


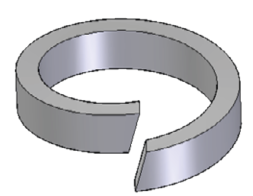
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Arandelas

Las arandelas son discos agujereados con diferentes espesores y formas de contorno (liso, estrellado, etc)





Su forma concreta depende de su utilidad especifica, que puede ser muy variada:

- Mejorar el apoyo de las tuercas o las cabezas de los tornillos
- Incrementar el rozamiento frente al giro, impidiendo que las uniones roscadas se aflojen
- Ajustar las separaciones en uniones roscadas demasiado largas
- etc

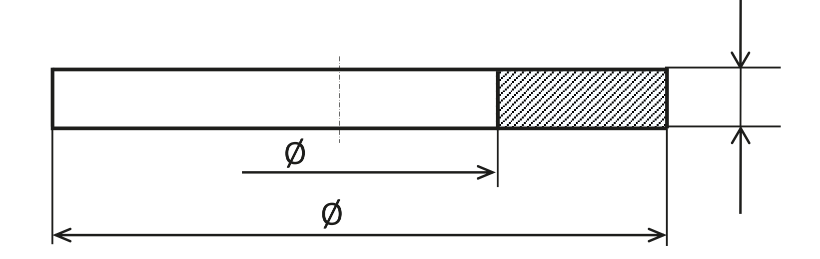
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Las arandelas se representan con una vista longitudinal en semivista-semicorte

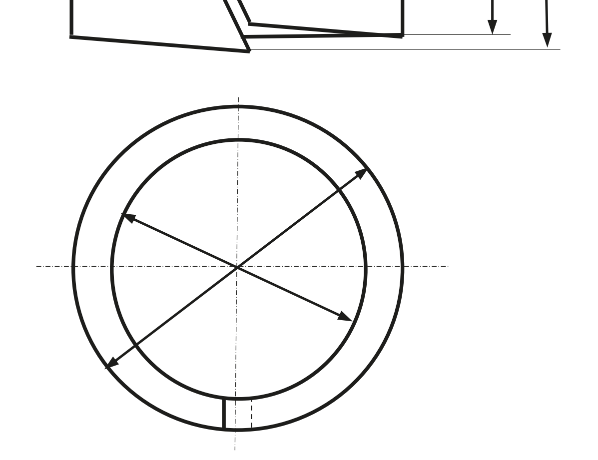
Para ver su forma exterior y su agujero

En el caso más simple,
las cotas de diámetro
completan la representación
y no se requieren más vistas



Cuando la forma es más compleja,
se añade la planta…

…y el resto de cotas críticas



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Arandelas

Las arandelas abiertas y elásticas son otro tipo de arandela, porque su función es diferente

De hecho, se suelen denominar anillos, en lugar de arandelas

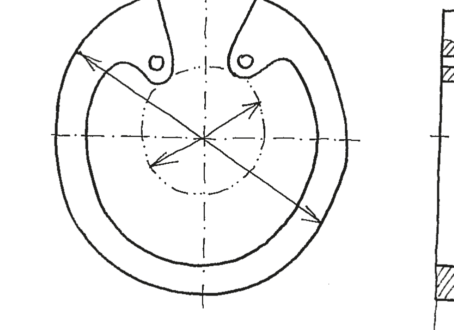
- Sirven para bloquear el desplazamiento axial de piezas montadas sobre ejes o agujeros cilíndricos



- Para ello deben montarse en ranuras exteriores o interiores, cuyo diámetro se convierte en una dimensión de diseño de la arandela

- Algunas tienen unas “orejas” agujereadas, que permiten abrirlas y cerrarlas con ayuda de alicates apropiado

La geometría de las orejas suele considerarse no crítica

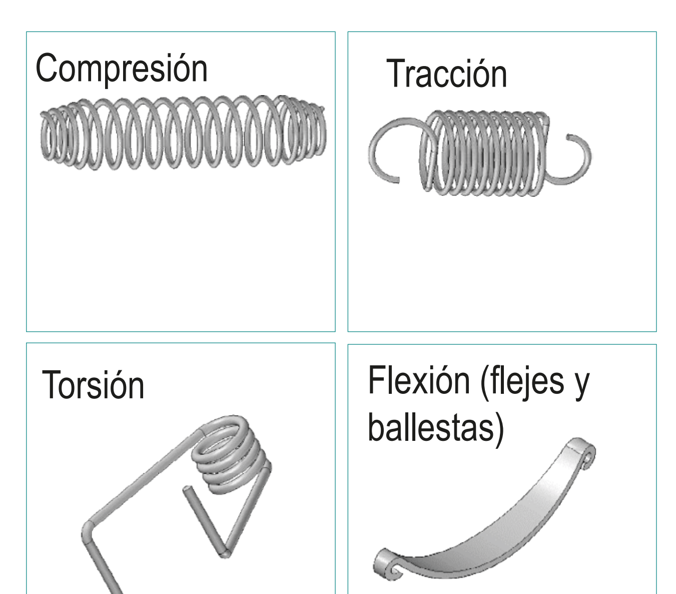


Muelles

Muelle o resorte es un dispositivo mecánico que al ser sometido a esfuerzos exteriores se deforma globalmente, y al desaparecer esa fuerza tiende a recuperar su forma original

Su geometría y colocación utilizan la fuerza «elástica» que hacen al intentar recobrar su forma natural

Los muelles tienen diferentes geometrías, en función del tipo de esfuerzo al que van a estar sometidos



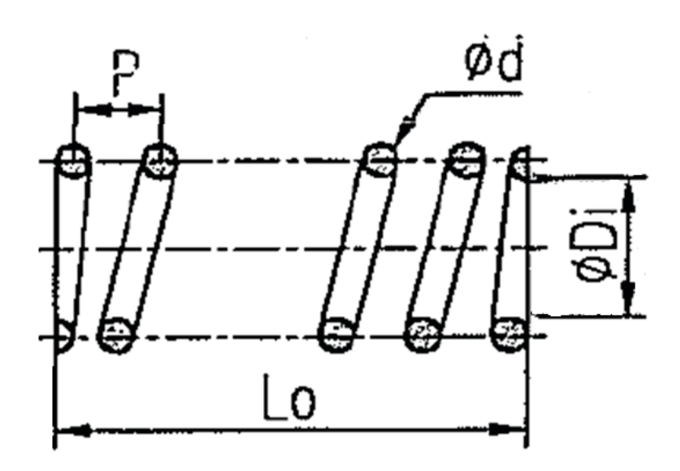
La norma UNE-EN ISO 2162-1 recoge explícitamente tres modalidades de representación de los muelles:

Nº	Tipo de resorte	Representación		
		En alzado	En corte	Simplificada
4.1	Resorte helicoidal cilíndrico de compresión			
4.2	Resorte helicoidal cónico de compresión			

En todos los casos, se acepta la simplificación de representar con detalle solo las primeras y las últimas espiras y los extremos

También hay criterios específicos de acotación (UNE-EN ISO 2162-2)

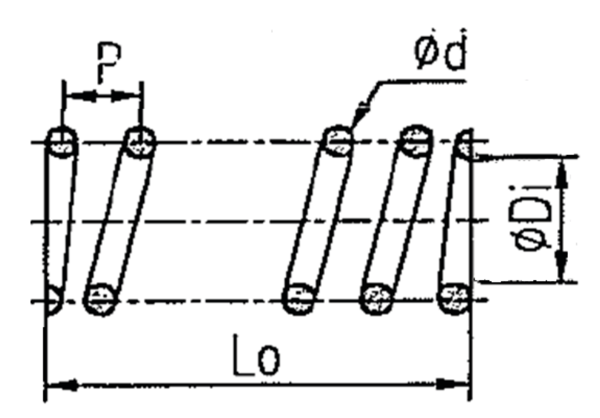
- La representación se hace en su '**posición libre**', es decir, sin estar sometido a ninguna carga
- Se acota al menos:
  - Longitud libre "Lo",
  - Paso "P" (distancia entre dos espiras consecutivas),
  - Sección del alambre "d" y
  - Diámetro funcional del arrollamiento "D"



Muelles

Introducción
Representación
Diseño
Tornillos
Tuercas
Arandelas
Muelles
Engranajes

- Suelen acompañarse de una **tabla explicativa** para especificar algunos parámetros que no quedan definidos en la representación:
  - Sentido del arrollamiento (a derecha -RH- o a izquierda -LH-)
  - Número total de espiras
  - Número de espiras activas



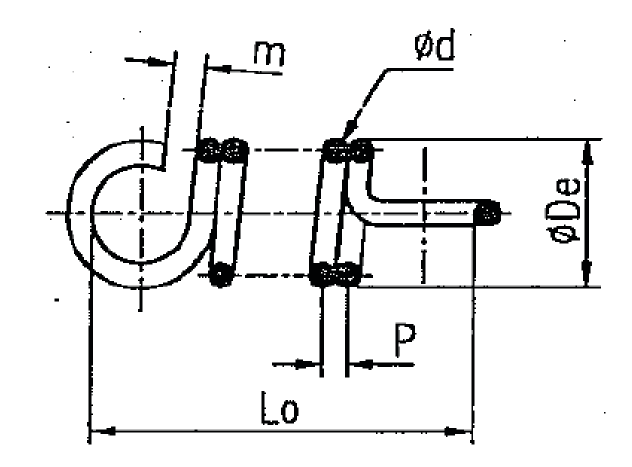
Resorte de compresion	
Numero de espiras uliles (N)	
Numero de espiros totales (No)	
Longitud del resorte bajo carga (L)	
Sentido de la helice	
Material del resorte	

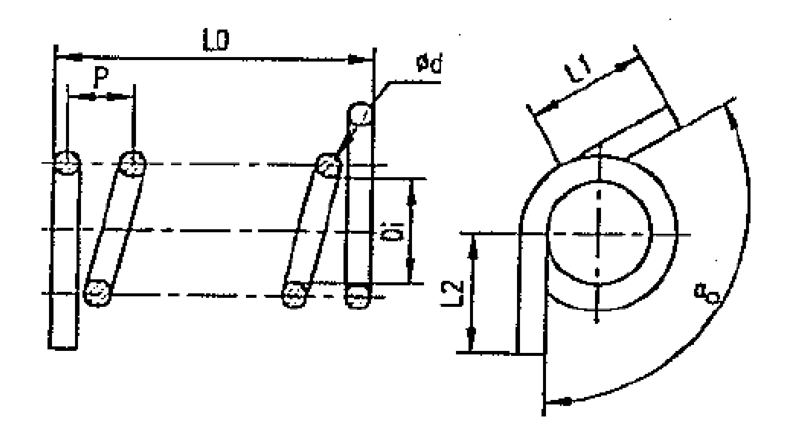
Si la representación es simplificada, las cotas que no se pueden poner en las vistas, debe indicarse también en la tabla

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ La forma de los **extremos** debe representarse y acotarse (en caso de terminación diferente a una espira)





ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Engranajes

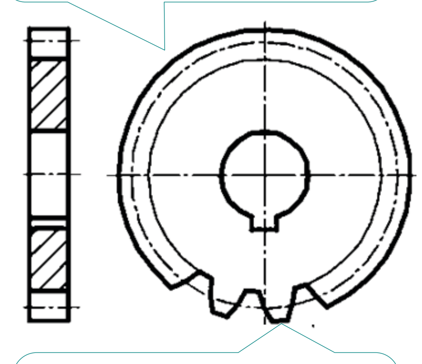
Las ruedas dentadas tienen muchos salientes iguales (dientes), que resultan al tallar ranuras sobre la superficie de una rueda



Los dientes encajan sobre las ranuras de otra rueda dentada, de modo que el giro de una de ellas se transmita a la otra

Las normas de representación de las ruedas dentadas (UNE-EN-ISO 2203:1998) incluyen ciertas particularidades:

Se aplican criterios de elementos repetitivos para simplificar su representación



Para indicar su forma o posición exacta se dibuja el perfil de uno o dos dientes

Se representa con trazo y punto la superficie primitiva, haciendo sobresalir las líneas del diente

Se añade una línea fina continua (tipo B) indicando los fondos de los dientes (*superficie de pie*)

En corte se representan los dientes con línea gruesa, como si fueran rectos, sin rayar

El contorno se dibuja como si no tuviesen dientes (superficie de cabeza)

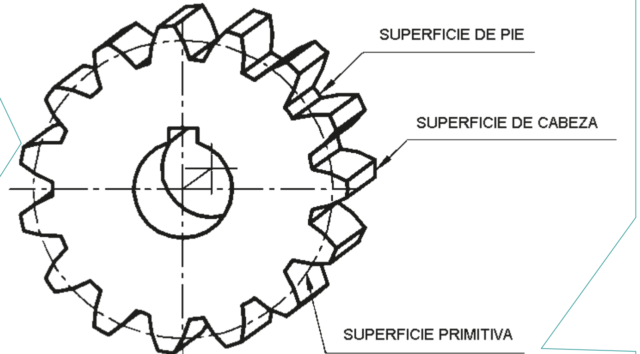
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Engranajes

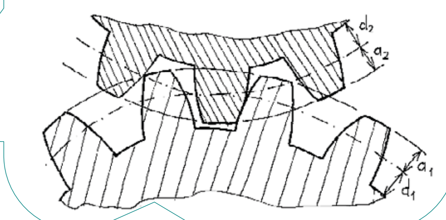
La representación de las ruedas dentadas incluye geometría suplementaria:

La geometría suplementaria sirve para definir el perfil y colocación de los dientes, que es complejo porque sirve para controlar el comportamiento mecánico de la transmisión de movimiento entre las dos ruedas



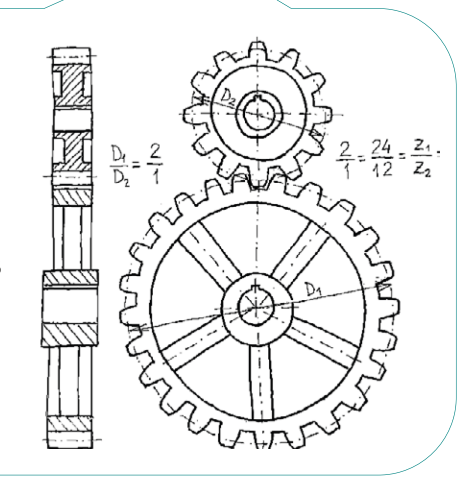
El diámetro primitivo es el que tendría una rueda lisa que girase igual que la rueda dentada

Se representa siempre con línea de trazo y punto



Los diámetros primitivos son importantes para el diseño ya que la relación de diámetros coincide con la relación de transmisión

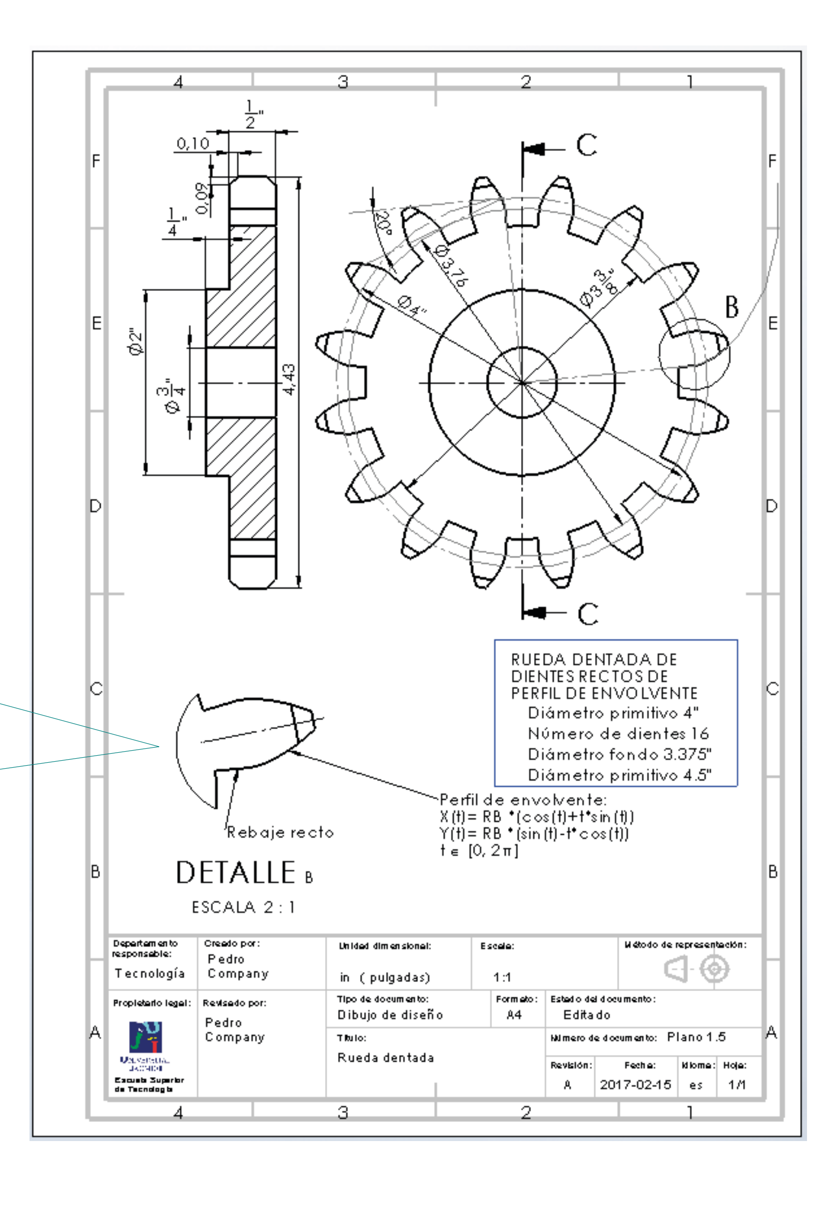
Además, para que los dientes de ambas ruedas engranen de forma continua, la relación entre el diámetro primitivo (D) y el número de dientes (z) de ambas ruedas debe ser igual (D/z = **módulo**)



La representación de las ruedas dentadas también incluye anotaciones y/o cuadros leyenda

Para indicar la forma y número de los dientes, se recurre a:

- √ Detalles
- √ Cuadros leyenda
- √ Anotaciones



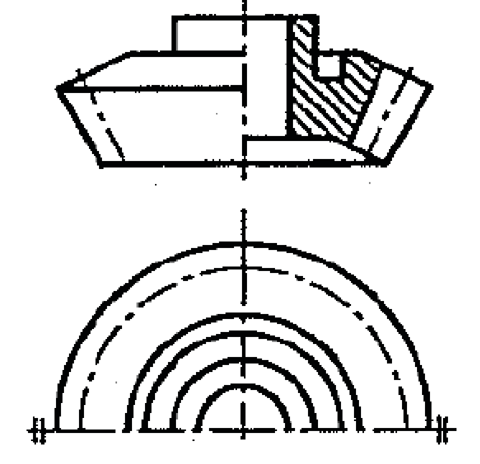
ISBN: 978-84-18432-81-1

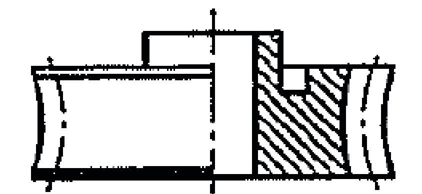
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

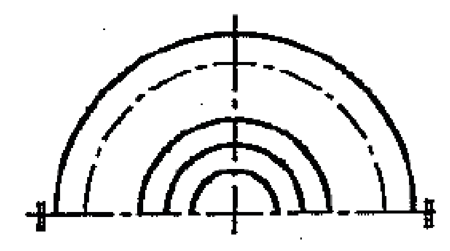
Engranajes

Introducción
Representación
Diseño
Tornillos
Tuercas
Arandelas
Muelles
Engranajes

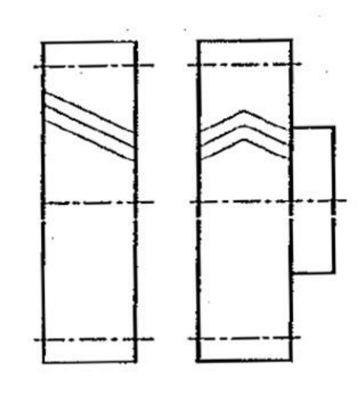
Las ruedas dentadas cónicas y helicoidales se representan de la misma manera







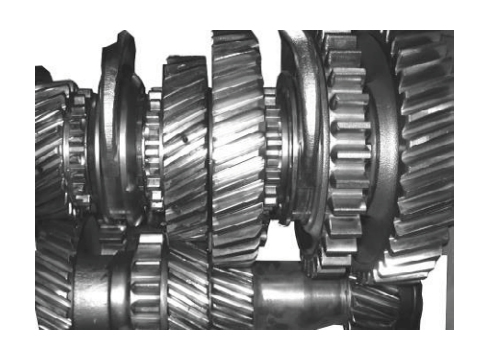
Para la representación simplificada de los dentados helicoidales existe una simbología específica



DENTADO	SIMBOLO
Helicoidal a dcha Helicoidal a izda	
Helicoidal en angulo	
Helicoidal en espiral	

Engranajes

Los engranajes son conjuntos de ruedas dentadas…



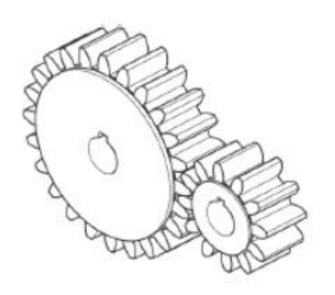
…que encajan entre sí, transmitiendo movimiento de rotación

Hay diferentes tipos, según posición relativa entre ejes:

Ejes paralelos
→ engranajes cilíndricos (recto y helicoidal)

Ejes concurrentes
→ engranajes cónicos (recto y helicoidal)

Ejes cruzados → engranaje cónico helicoidal, tornillo sin fin

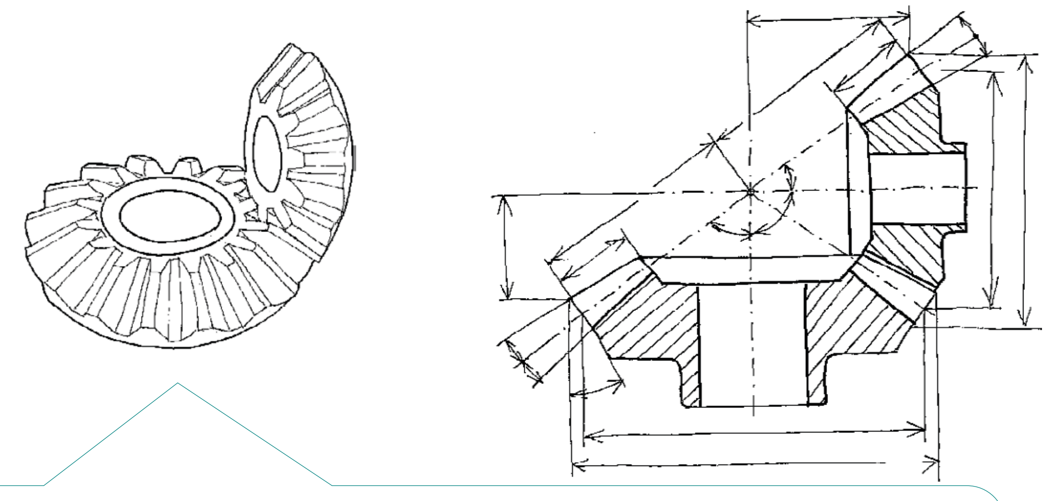






Cuando se dibujan las ruedas dentadas montadas, es decir, engranadas, se aplica el criterio general de partes vistas y ocultas:

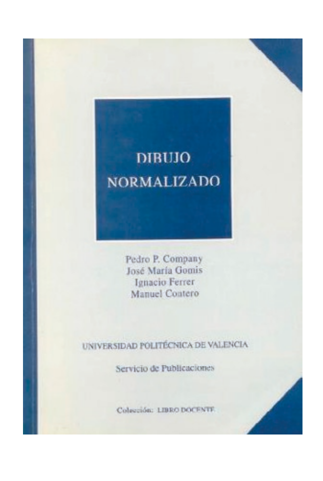
La pieza que está delante tapa a la que está detrás



Para los dientes no hay un criterio claro de "delante y detrás", por lo que se puede optar por considerar que los dientes de una cualquiera de las dos piezas tapan arbitrariamente a los de la otra, o por dibujar superpuestas ambas piezas sin que se tapen mutuamente

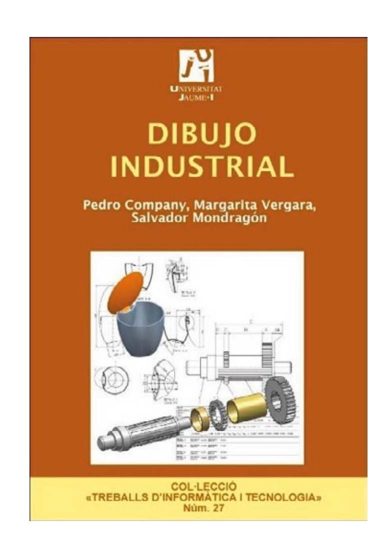
La norma UNE-EN-ISO 2203:1998 aconseja el dibujo superpuesto cuando los dientes se representan simplificados y las vistas no están cortadas, y aconseja que un diente tape a otro en el resto de casos

Para repasar

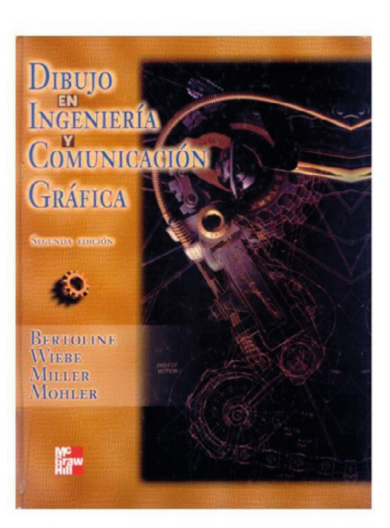


Versión electrónica de libre acceso:

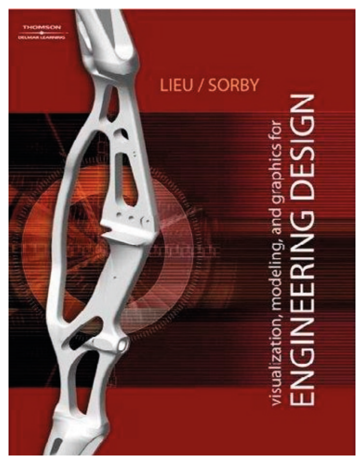
http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/149845



Capítulo 1.3: Elementos estandarizados



Capítulo 17: Dispositivos y métodos de sujeción



Capítulo 17: Fasteners

Para saber más

Cualquier buen libro de
Dibujo Normalizado



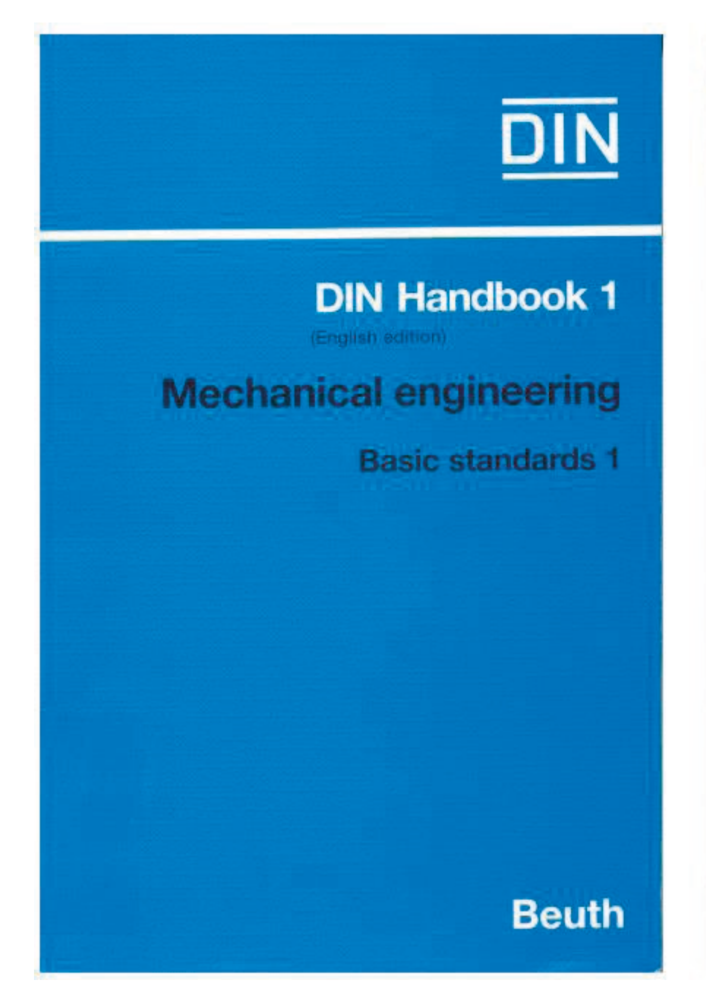
Para saber más

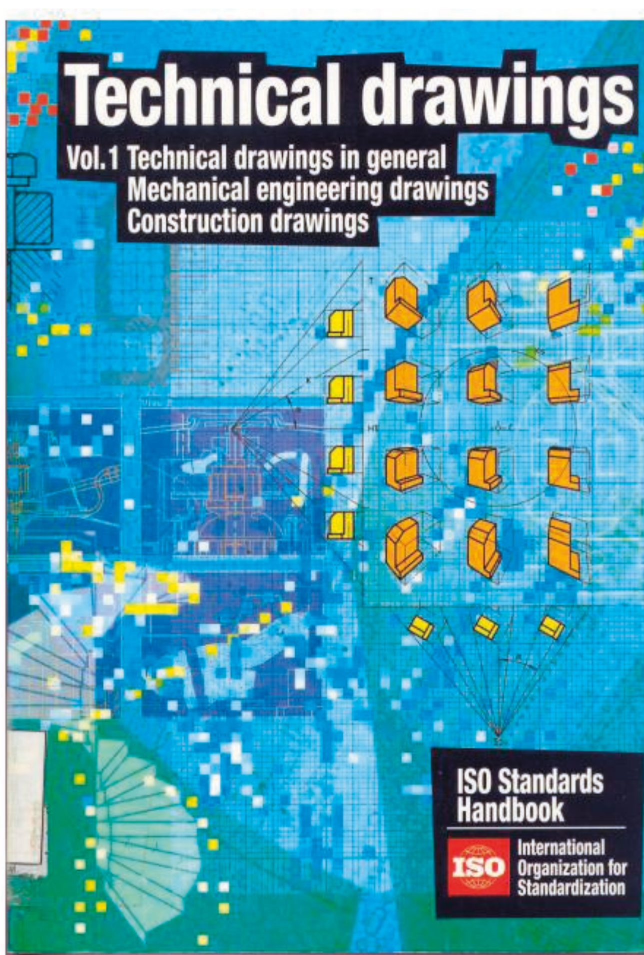
¡Las normas españolas!



Para saber más

¡Las normas extranjeras!



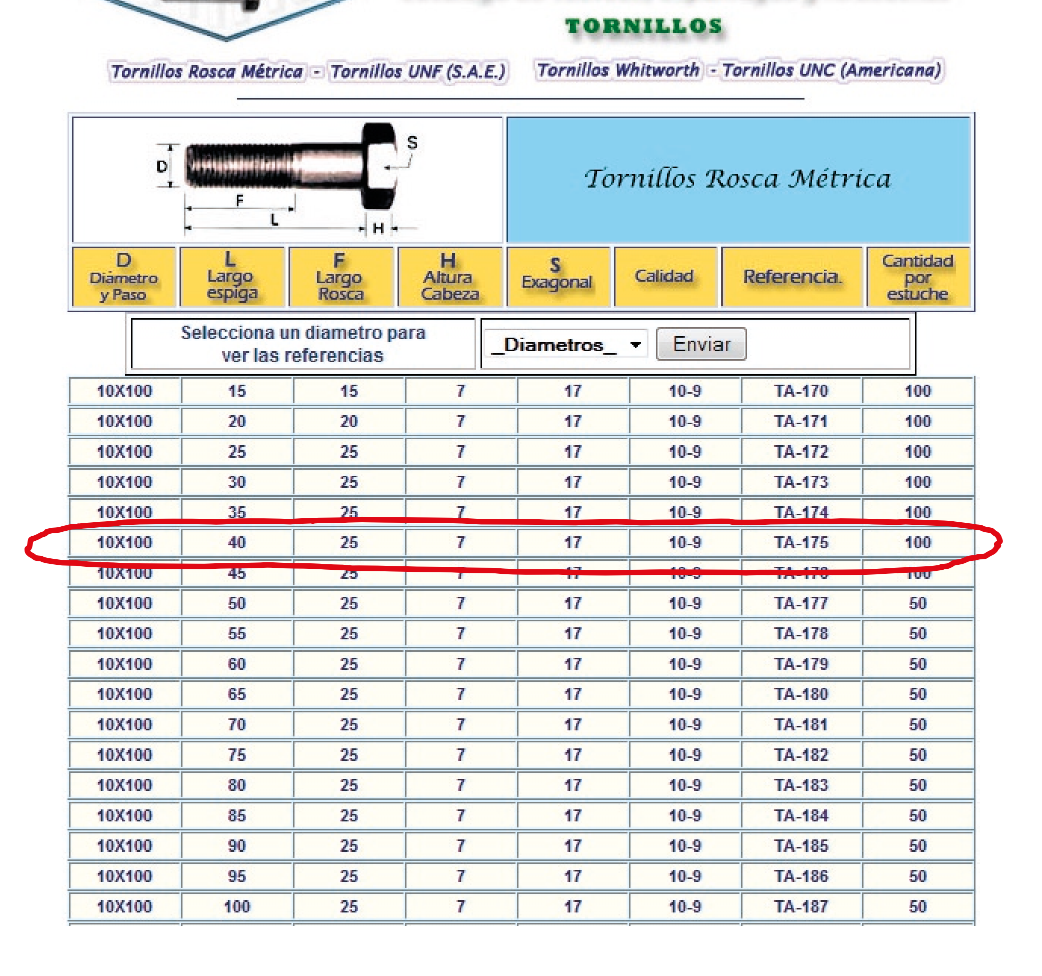


Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

En la figura se reproduce parte de un catálogo de tornillos

El catálogo completo se puede encontrar en http://www.tamu.es



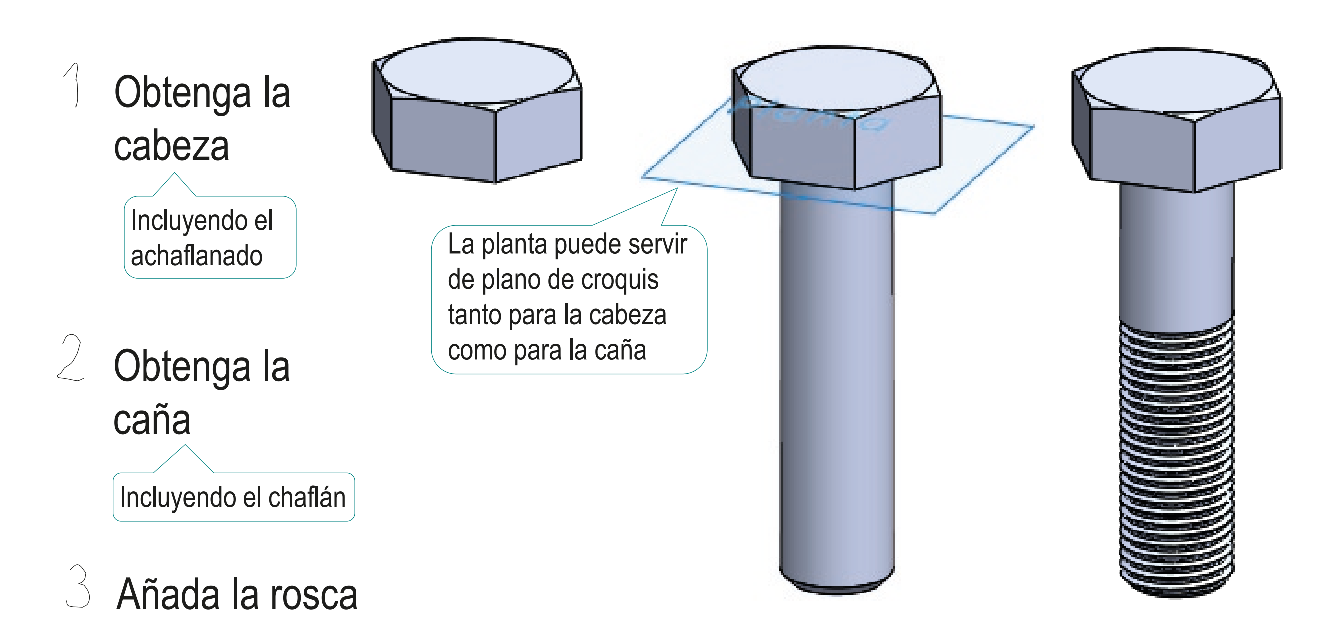
D Diametro y Paso	L Largo espiga	F Largo Rosca	H Altura Cabeza	S Exagonal	Calidad	Referencia	Cantidad por estuche
10X100	15	15	7	17	10-9	TA-170	100
10X100	20	20	7	17	10-9	TA-171	100
10X100	25	25	7	17	10-9	TA-172	100
10X100	30	25	7	17	10-9	TA-173	100
10X100	35	25	7	17	10-9	TA-174	100
10X100	40	25	7	17	10-9	TA-175	100
10X100	45	25	7	17	10-9	TA-176	100
10X100	50	25	7	17	10-9	TA-177	50
10X100	55	25	7	17	10-9	TA-178	50
10X100	60	25	7	17	10-9	TA-179	50
10X100	65	25	7	17	10-9	TA-180	50
10X100	70	25	7	17	10-9	TA-181	50
10X100	75	25	7	17	10-9	TA-182	50
10X100	80	25	7	17	10-9	TA-183	50
10X100	85	25	7	17	10-9	TA-184	50
10X100	90	25	7	17	10-9	TA-185	50
10X100	95	25	7	17	10-9	TA-186	50
10X100	100	25	7	17	10-9	TA-187	50

Obtenga el modelo sólido del tornillo TA-175

El modelo debe incluir tanto la rosca geométrica, como la simplificación cosmética

Estrategia

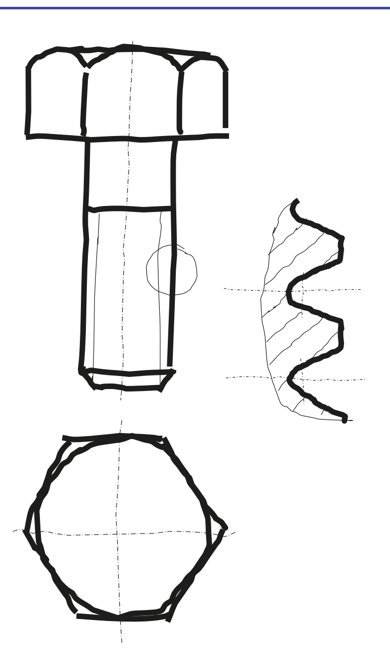
La estrategia de modelado es:



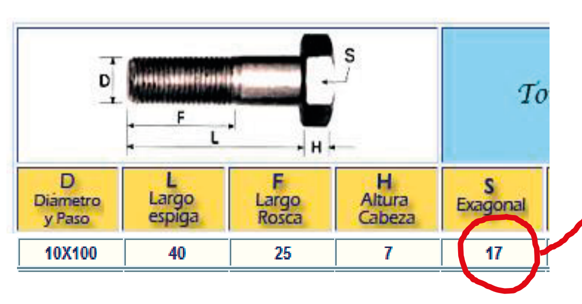
¡Pero, hay que determinar previamente todas las medidas del tornillo!

Estrategia

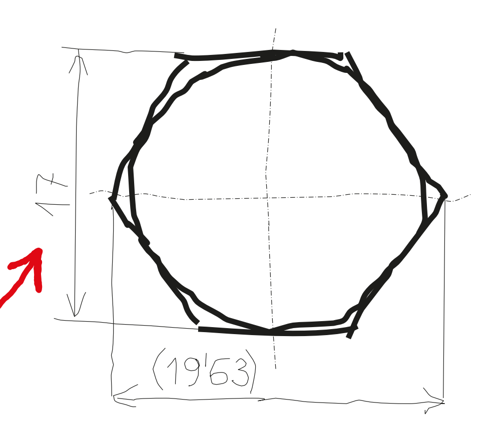
Dibuje un boceto del tornillo



Asigne dimensiones, tomadas del catálogo:



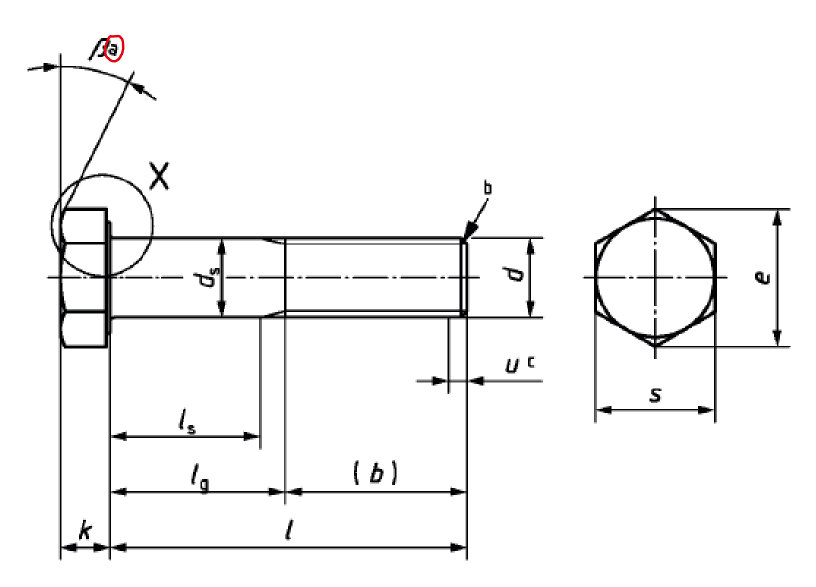
D Diametro y Paso	L Largo espiga	F Largo Rosca	H Altura Cabeza	S Exagonal
10X100	40	25	7	17



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Las dimensiones que no se puedan obtener del catálogo, se pueden consultar en las normas:



a β de 15º a 30º

Note que las dimensiones no críticas pueden variar dentro de un rango amplio

b El extremo debe estar achaflanado o, para roscas ≤ M4, el extremo puede estar en estado bruto de laminación (véase la Norma ISO 4753)

c Rosca incompleta $u \leq 2P$

AENOR ISO 4014:2011

Rosca, *d*				M10
P^a				1,5
b ref.			b	26
			c	32
			d	45
c			máx.	0,60
			mín.	0,15
d_a			máx.	11,2
d_s		nom. =	máx.	10,00
	Producto de clase	A	mín.	9,78
		B	mín.	9,64
d_w	Producto de clase	A	mín.	14,63
		B	mín.	14,47
e	Producto de clase	A	mín.	17,77
		B	mín.	17,59
l_f			máx.	2
k			nom.	6,4
	Producto de clase	A	máx.	6,58
			mín.	6,22
	Producto de clase	B	máx.	6,69
			mín.	6,11
k_w^e	Producto de clase	A	mín.	4,35
		B	mín.	4,28
r			mín.	0,4
s		nom. =	máx.	16,00
	Producto de clase	A	mín.	15,73
		B	mín.	15,57

Medidas en milímetros

Estrategia

Tarea

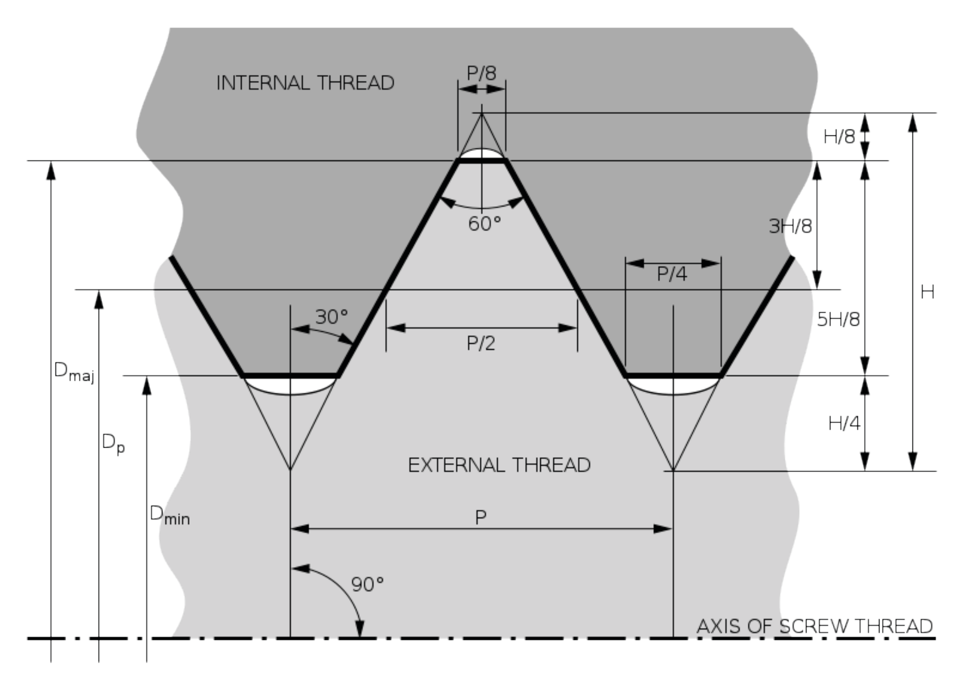
Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Para las dimensiones de la rosca acuda a la norma DIN 13 “Rosca métrica ISO. Forma y dimensiones”

(Equivalente a ISO 261 y UNE 17 702)



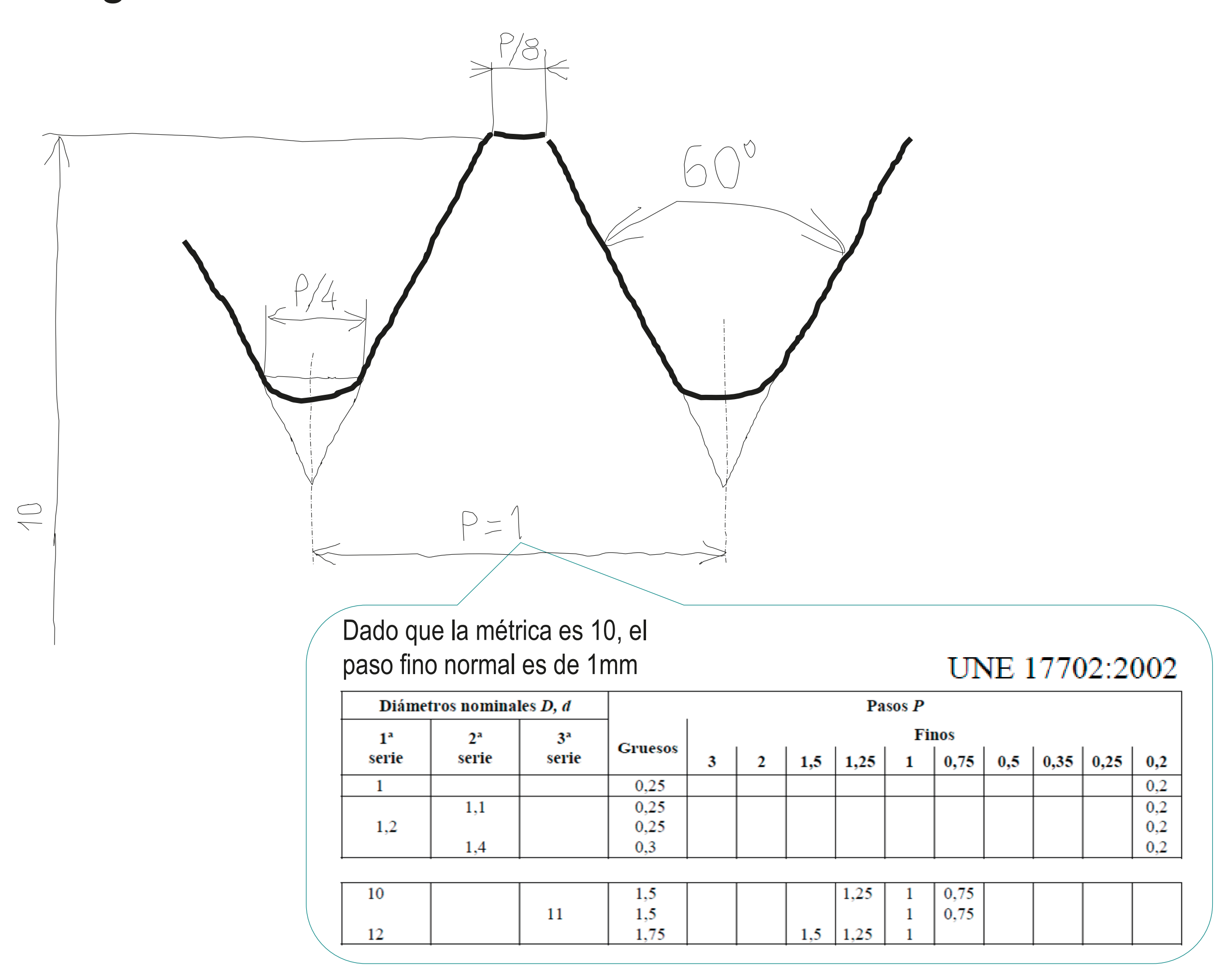
http://en.wikipedia.org/wiki/ISO_metric_screw_thread

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

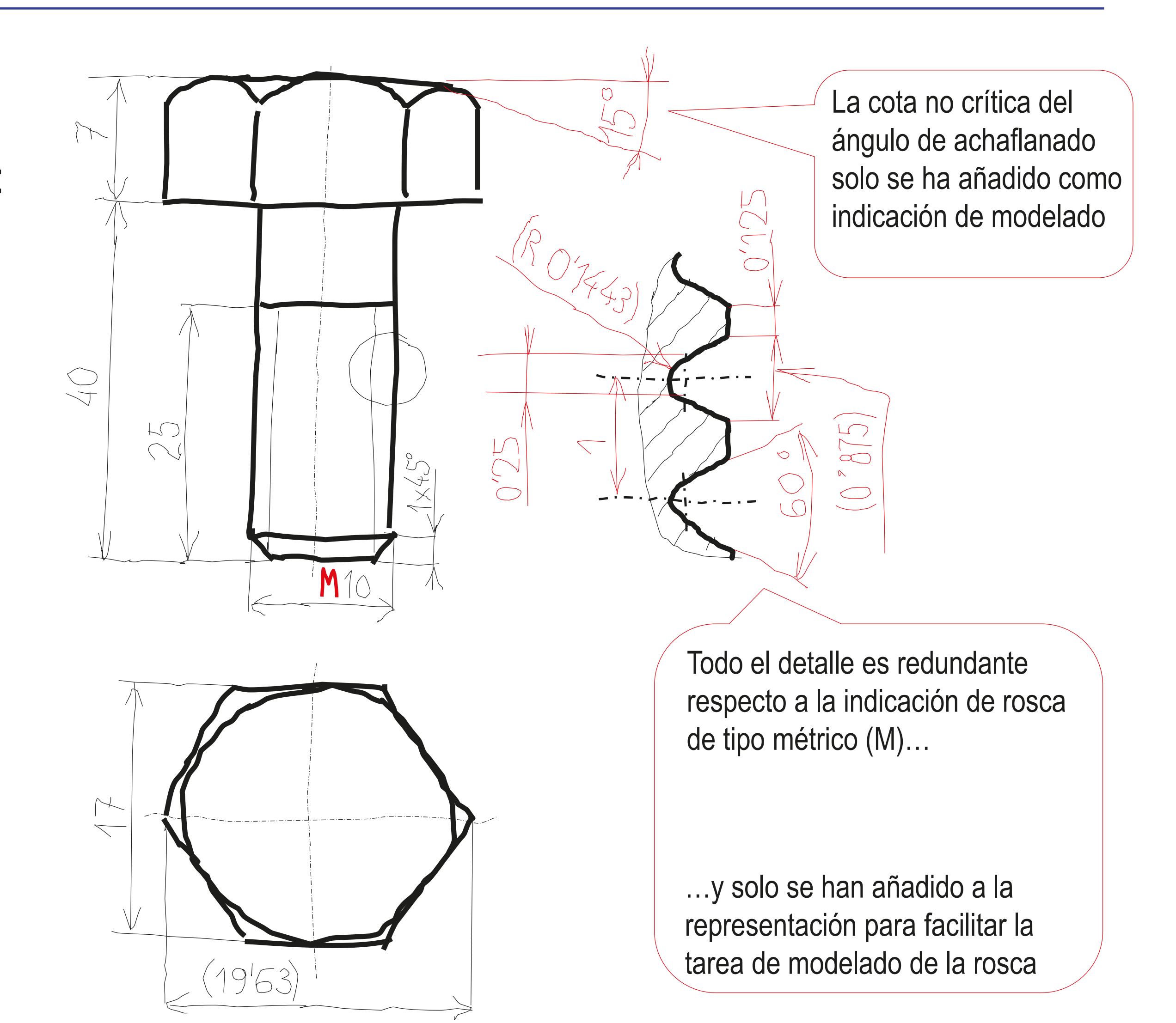
Consultando la norma de roscas,
se llega al siguiente detalle:



Diámetros nominales *D, d*			Pasos *P*										
				Finos									
1ª serie	2ª serie	3ª serie	Gruesos	3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5	0,35	0,25	0,2
1			0,25										0,2
	1,1		0,25										0,2
1,2			0,25										0,2
	1,4		0,3										0,2
10			1,5				1,25	1	0,75				
		11	1,5					1	0,75				
12			1,75			1,5	1,25	1					

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Por tanto, la pieza a modelar es:



Ejecución: Modelo

Modele la cabeza:

√ Seleccione la planta como plano de trabajo (Datum 1)

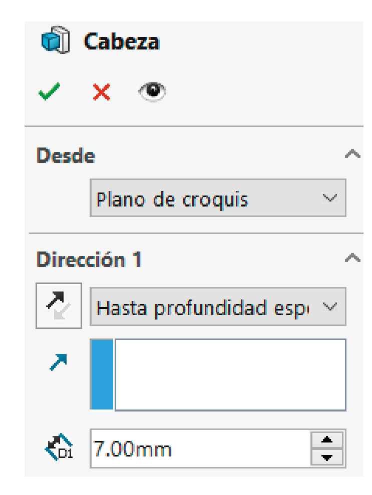
Planta
19,63
17

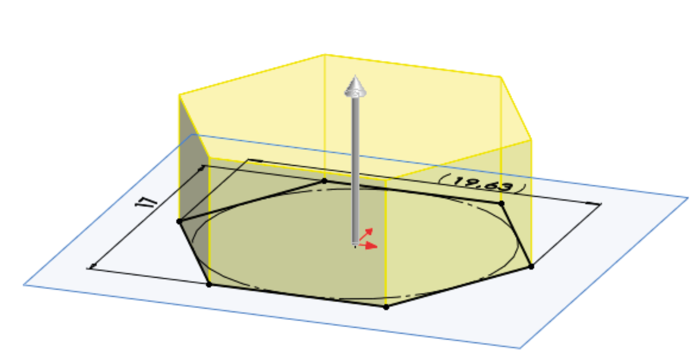
Centrando el hexágono se consigue aprovechar el alzado y la vista lateral como datums para el resto del modelado

√ Dibuje un hexágono regular

Bloquee la orientación de un lado, para impedir el giro del hexágono

√ Extruya





ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

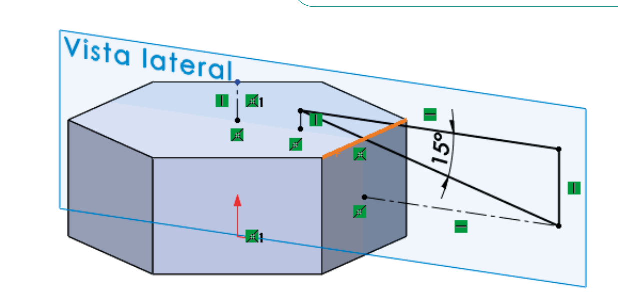
- Añada el achaflanado hexagonal, obtenido mediante intersección entre un cono y el prisma hexagonal

No se puede emplear el comando chaflán, porque no hay una arista o contorno para achaflanarlo

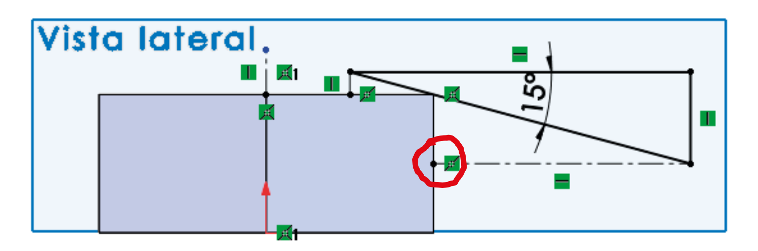
  - Dibuje la generatriz y el perfil del cono sobre el plano lateral (Datum 2)

Se debe dibujar sobre el plano lateral, para conseguir que la generatriz se apoye en el punto medio de una de las aristas del prisma hexagonal

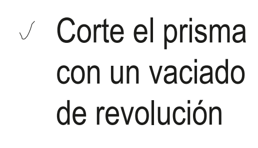
Si la generatriz se apoyase en un vértice, el cono no intersectaría al prisma

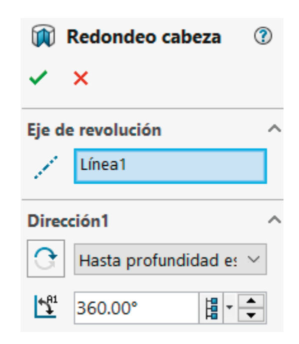


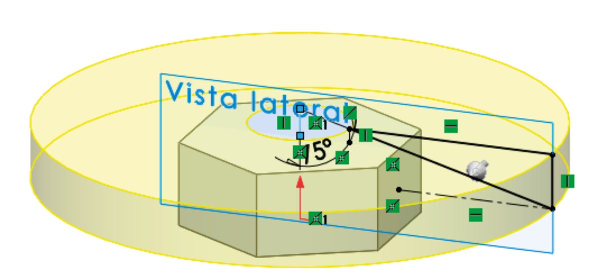
  - Alinee los vértices agudos del triángulo con los puntos medios del contorno del prisma, para que si se redimensiona el prisma se redimensione el triángulo



  - Corte el prisma con un vaciado de revolución







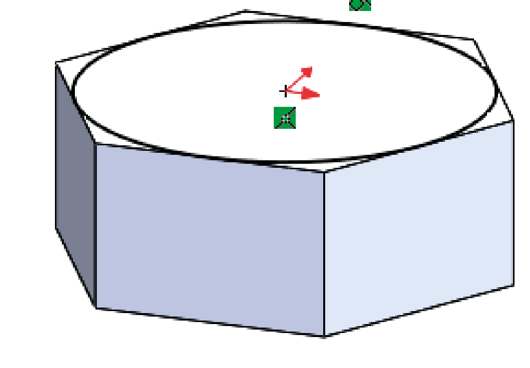
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

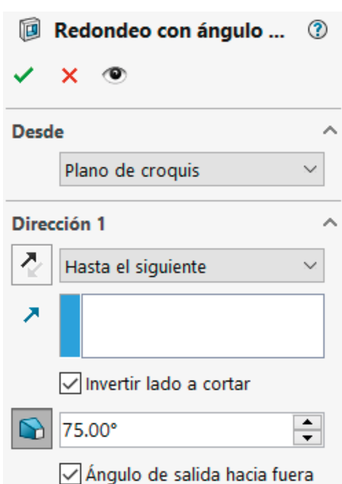
Ejecución: Modelo

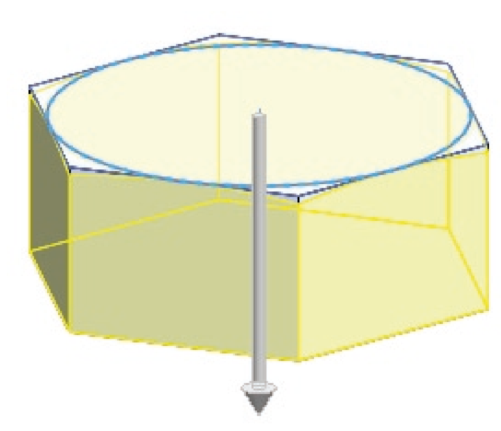
Hay un procedimiento alternativo para obtener el achaflanado del prisma hexagonal:

- Dibuje la circunferencia de contorno del achaflanado sobre la cara superior del prisma

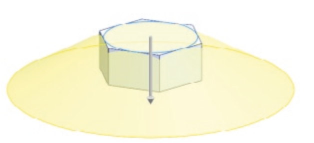


- Aplique un corte por extrusión, pero incluyendo un ángulo de salida



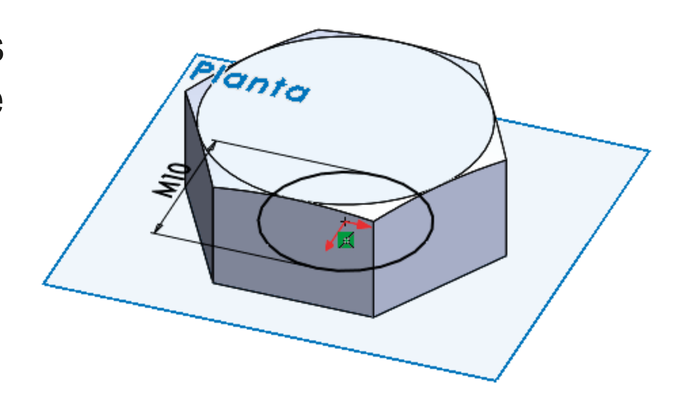


Éste procedimiento es más breve que el corte por revolución, pero requiere emplear una operación de modelado más sofisticada



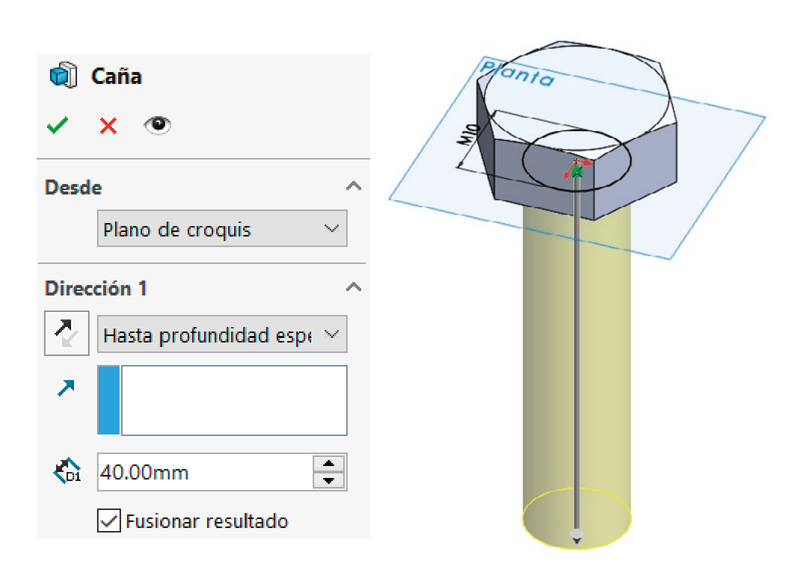
Modele la caña:

√ Seleccione la planta (es decir, la base inferior de la cabeza) como plano de trabajo (Datum 1)



√ Dibuje un círculo

√ Extruya

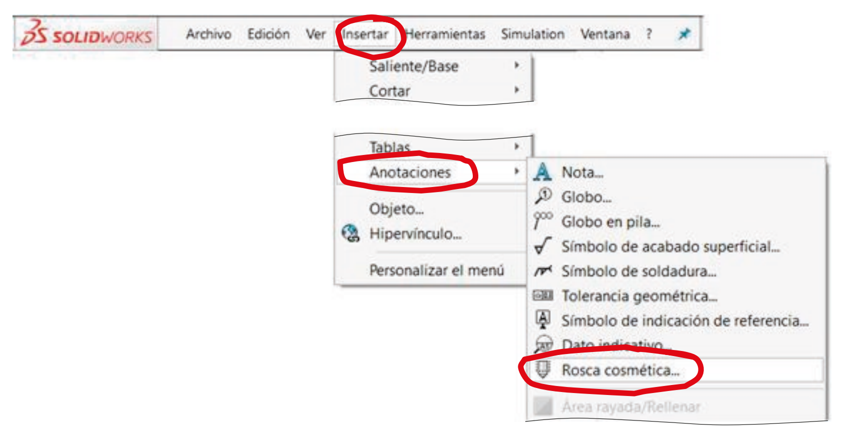


Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones



¡Ahora puede añadir la rosca cosmética!

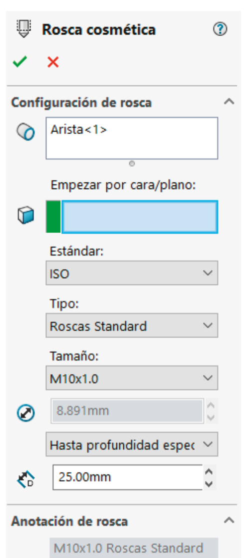
√ Seleccione el comando *Rosca cosmética*

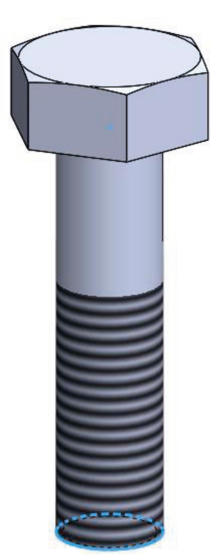


√ Seleccione la circunferencia del borde cilíndrico donde debe empezar la rosca

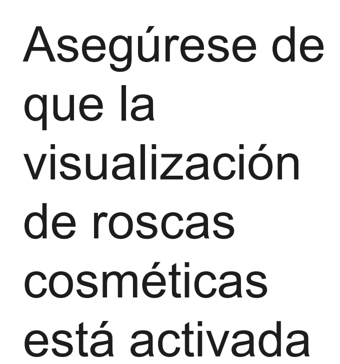
√ Seleccione el tipo de rosca

√ Indique la longitud roscada

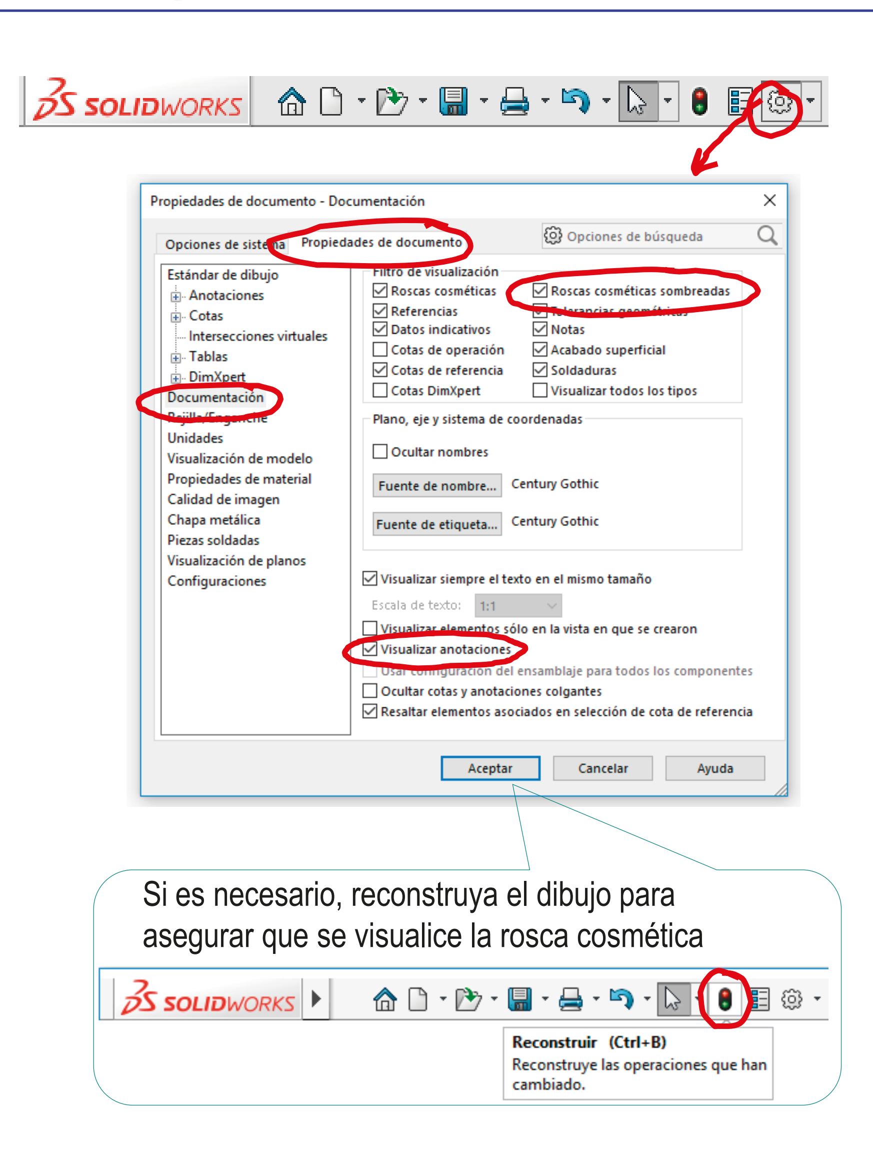




Ejecución: Modelo



Asegúrese de que la visualización de roscas cosméticas está activada



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

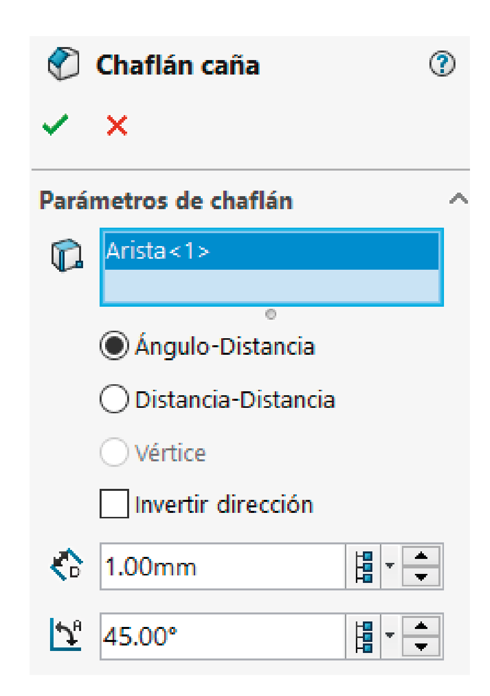
Añada el chaflán

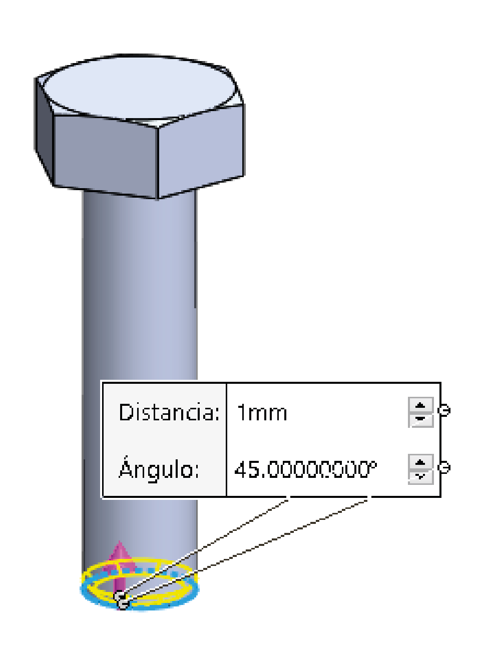
√ Seleccione el comando *Chaflán*



√ Seleccione la arista inferior de la caña

√ Indique las medidas del chaflán



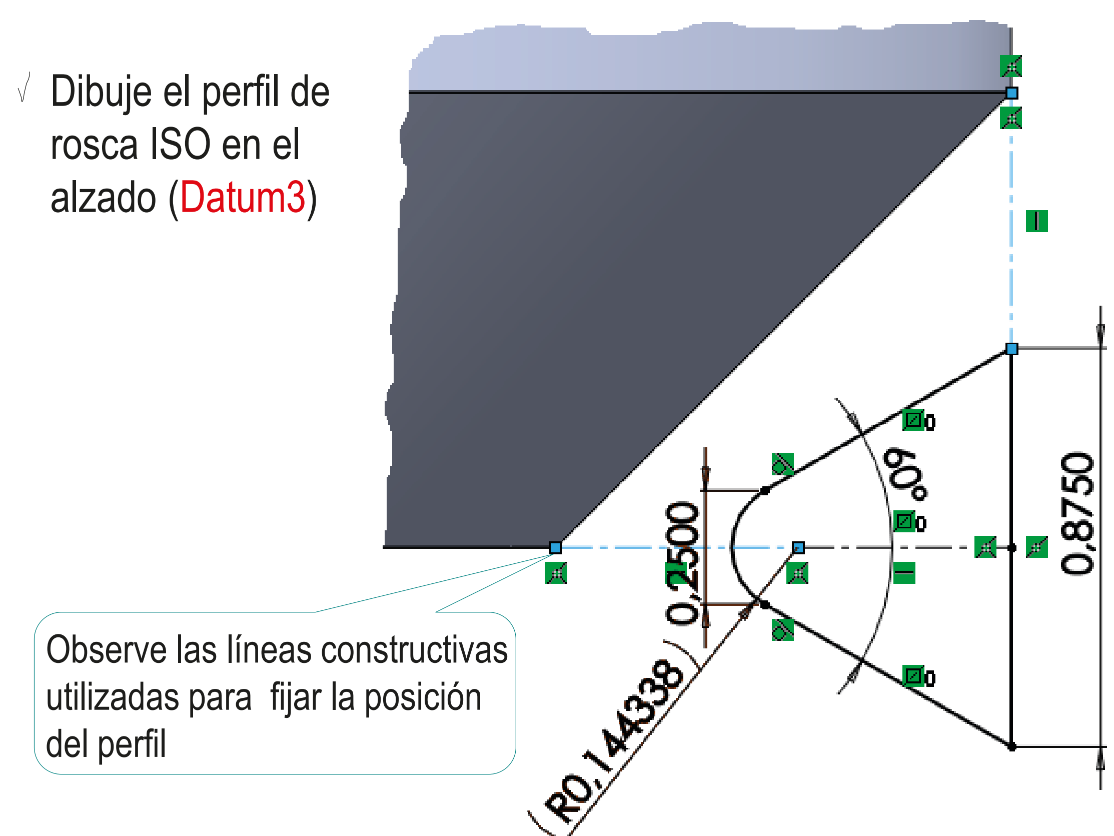


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modele la rosca geométrica

√ Dibuje el perfil de rosca ISO en el alzado (Datum3)



Observe las líneas constructivas utilizadas para fijar la posición del perfil

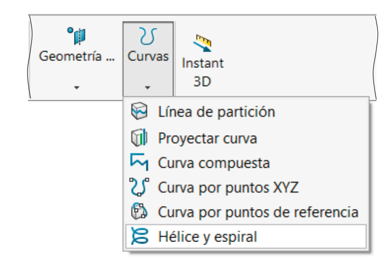
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Modelo

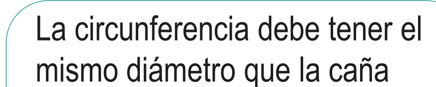
√ Dibuje la trayectoria helicoidal

√ Seleccione el comando *Hélice*



√ Seleccione como plano base la cara inferior del cilindro

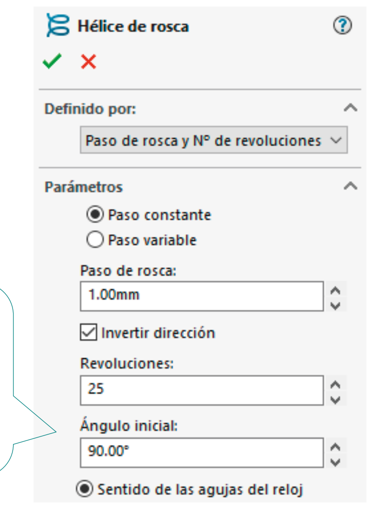
√ Dibuje la circunferencia directriz

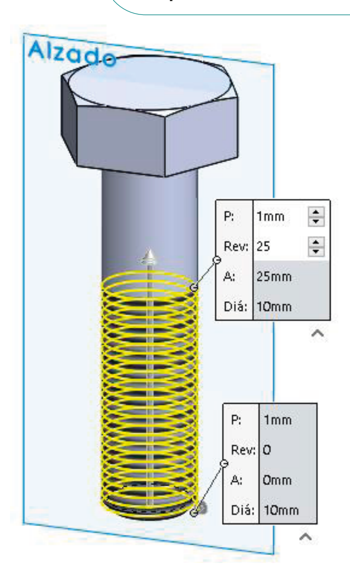


La circunferencia debe tener el mismo diámetro que la caña

Para obtenerla, utilice *Convertir entidades*, después de cambiar el punto de vista a *Normal a*

√ Complete los parámetros definitorios de la hélice



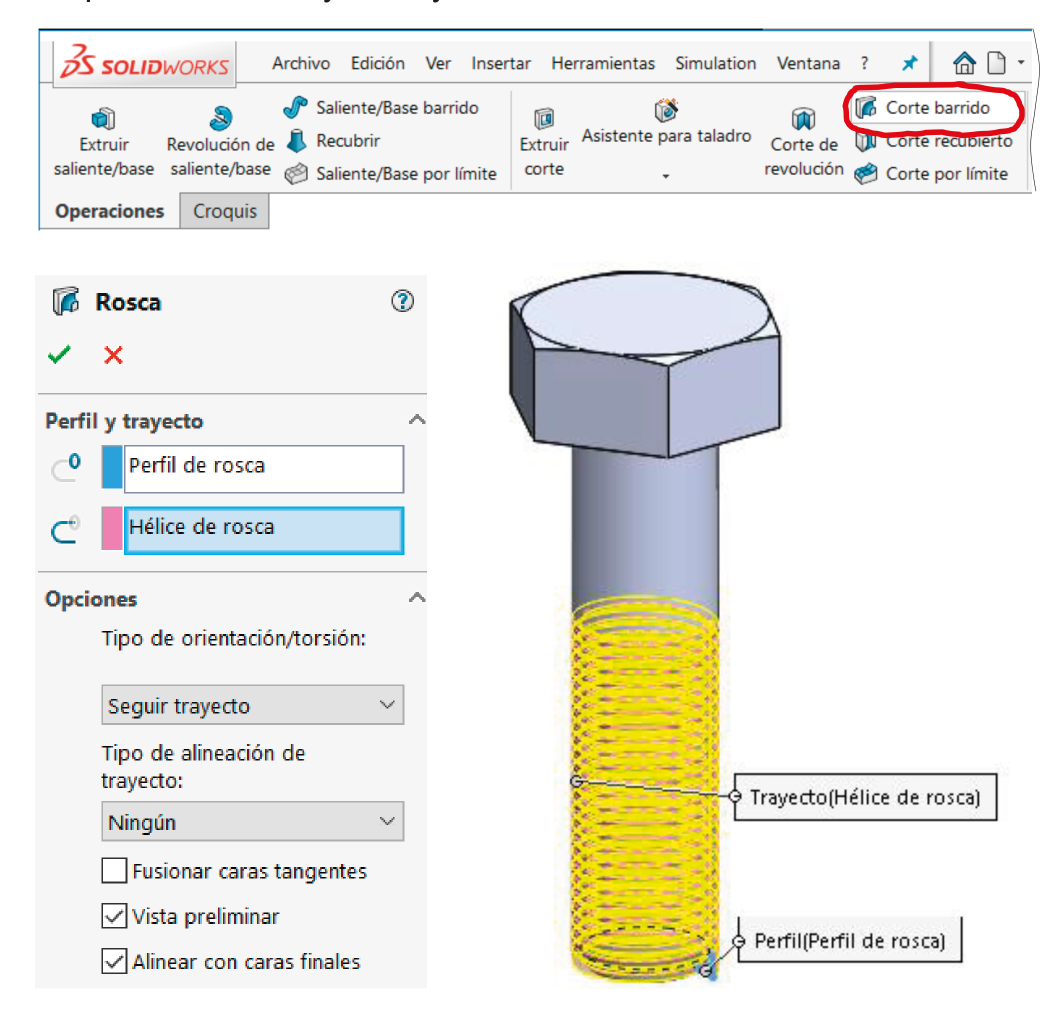


Determine el ángulo inicial necesario para que la hélice comience justo donde está el perfil

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Obtenga un *Corte barrido*,
con el perfil de rosca y la trayectoria helicoidal

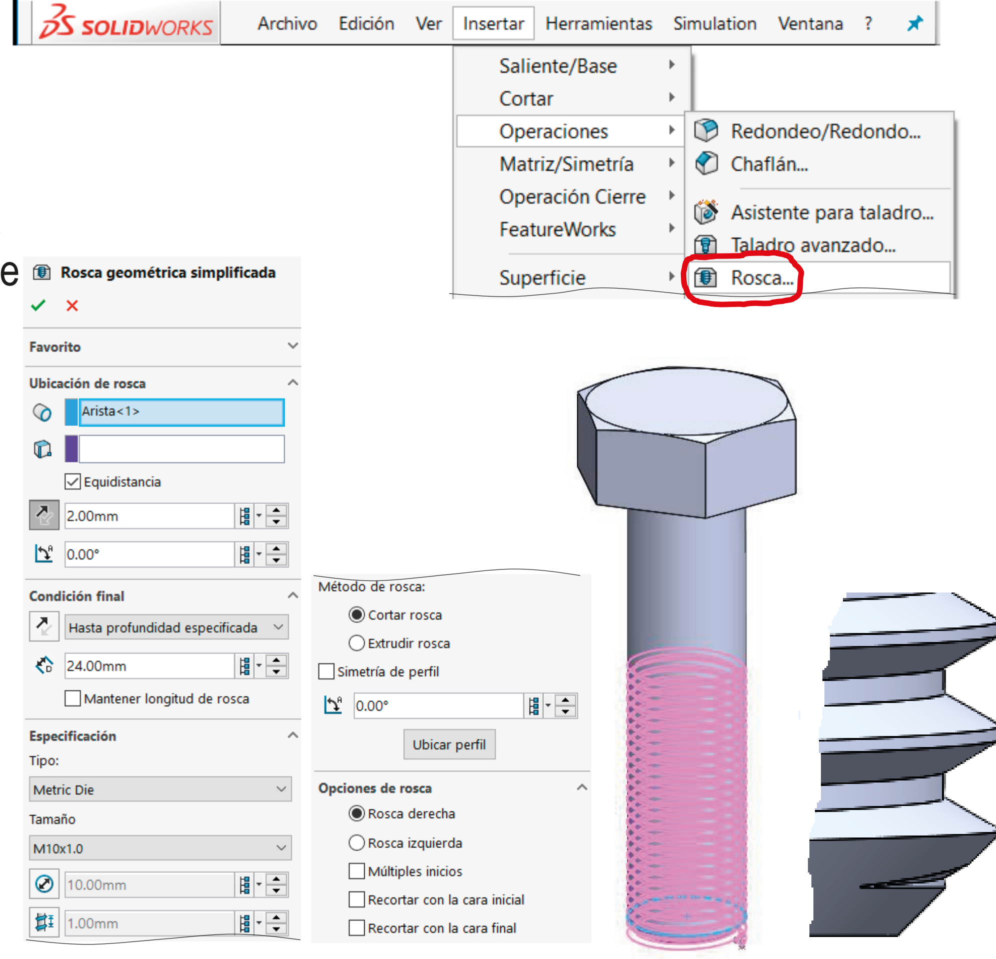




También se puede obtener la rosca geométrica mediante el comando *Rosca*

- √ Seleccione el comando *Rosca*
- √ Seleccione la arista del cilindro en la que empieza la rosca
- √ Seleccione los parámetros de la rosca

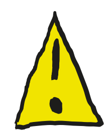
¡Observe que su geometría está simplificada!



ISBN: 978-84-18432-81-1

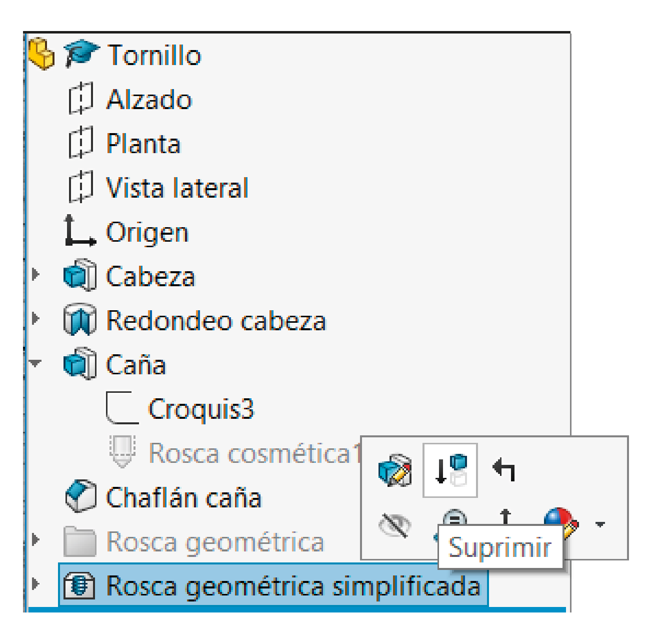
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones



Mantenga una de las representaciones de la rosca y suprima las otras

- √ Seleccione la operación en el árbol del modelo
- √ Seleccione *Suprimir* o *Desactivar supresión* en el menú contextual

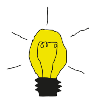


Es conveniente suprimir una representación antes de crear las siguientes, para evitar errores causados por interferencias entre ellas

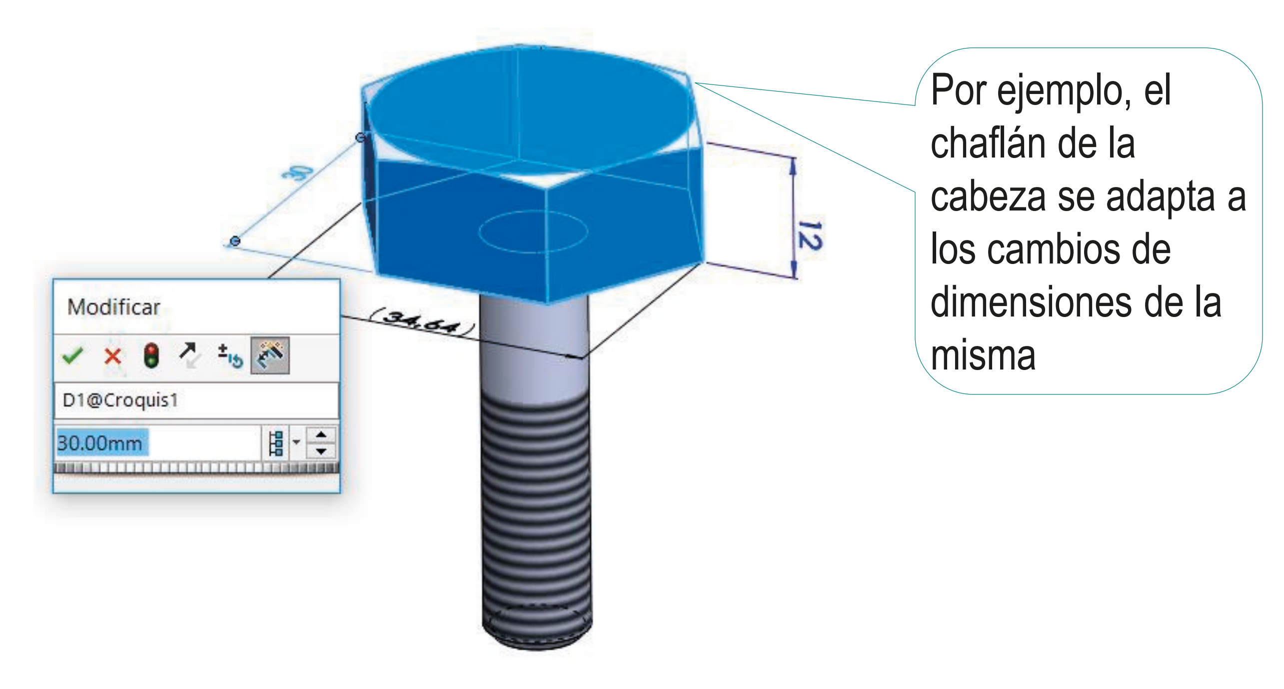
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Modelo



Observe que la estrategia de vincular unos croquis con otros permite redimensionar fácilmente el tornillo:



La facilidad para adaptarse a cambios de tamaño es deseable en todos los modelos…

…pero es crítica para piezas estándar, que se diseñan y fabrican en familias de la misma forma y diferente talla

Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Debe conocer el detalle de un objeto antes de modelarlo

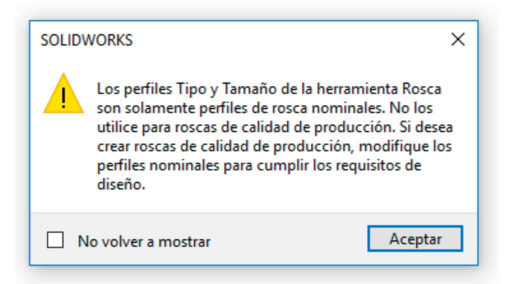
¡En las piezas estándar hay que consultar las normas correspondientes!

2 El achaflanado de la caña se puede hacer con la herramienta de achaflanar, pero el achaflanado de la cabeza se tiene que modelar como corte de revolución

3 La rosca geométrica es compleja de modelar, pero las alternativas no siempre son suficientes:

¡La rosca cosmética simplifica el trabajo del diseñador y evita que el ordenador se sobrecargue calculando modelos complejos, pero no permite analizar el comportamiento de la rosca!

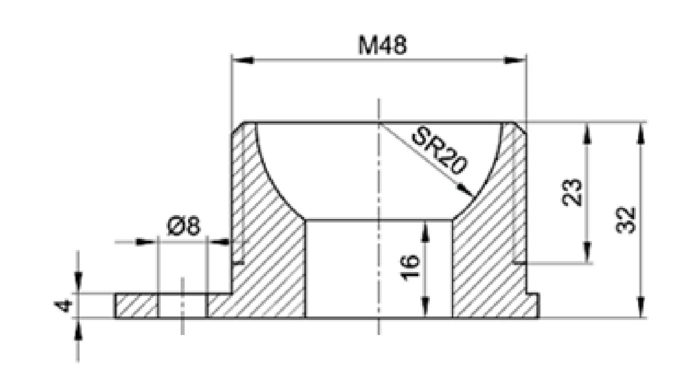
¡La herramienta de roscas geométricas es fácil de usar, pero produce geometrías simplificadas!



Ejercicio 1.9.2. Soporte roscado

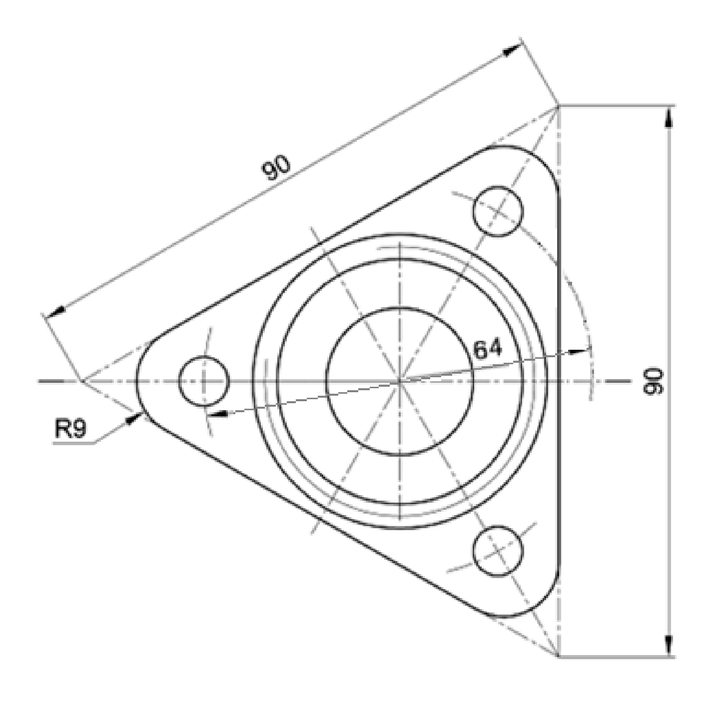
Tarea

La figura muestra el diseño de un soporte para un tornillo de joyero articulado mediante una rótula



Obtenga el modelo soporte

El modelo debe incluir tanto la rosca geométrica, como la simplificación cosmética

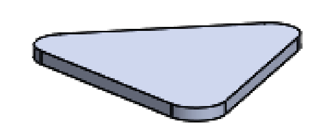


ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

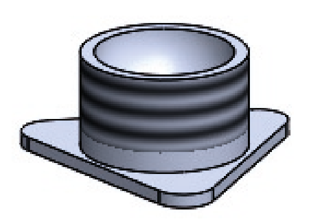
La estrategia consiste en:

1 Obtenga la base

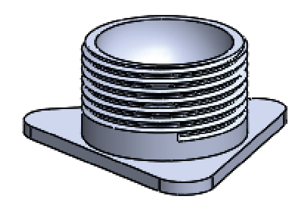


2 Modele el cuerpo central…

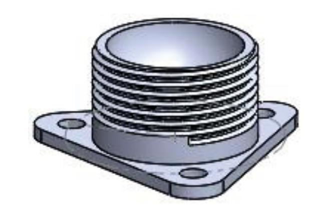
… y añada la rosca cosmética



3 Añada la rosca geométrica



4 Realice los taladros de sujeción



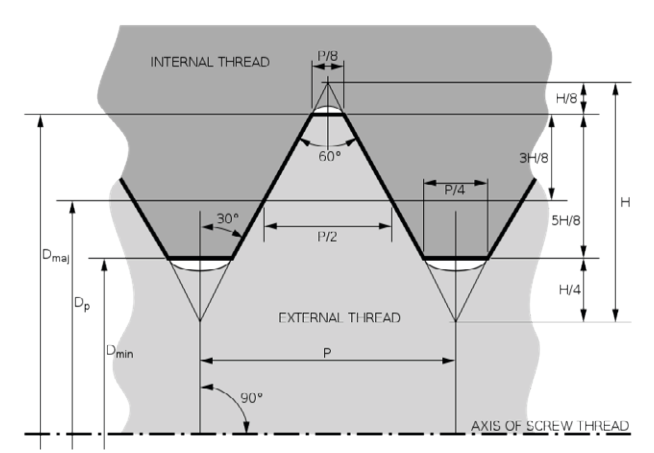
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

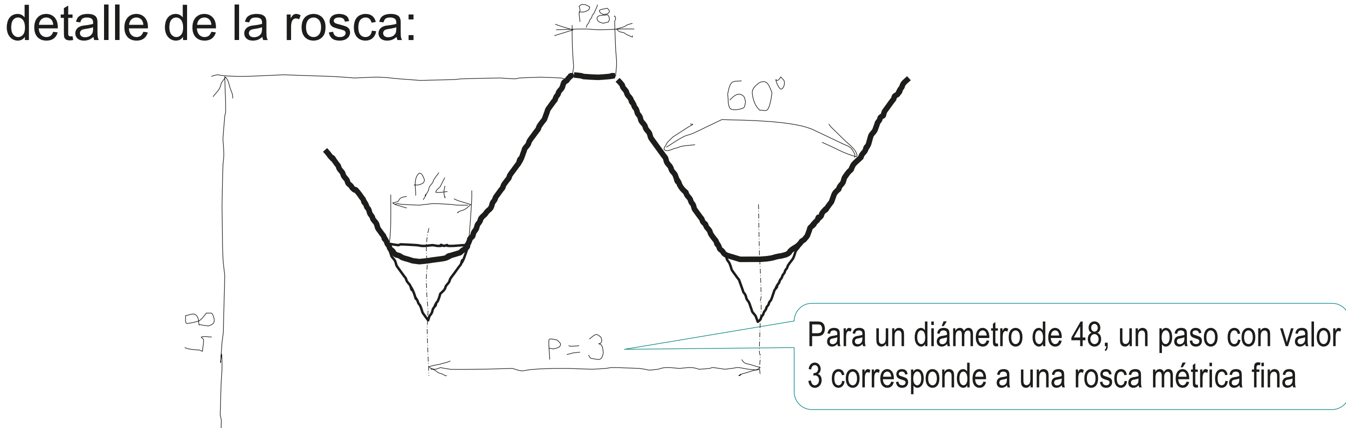
Para las dimensiones de la rosca acuda a la norma DIN 13 “Rosca métrica ISO. Forma y dimensiones”

(Equivalente a ISO 261 y UNE 17 702)



http://en.wikipedia.org/wiki/ISO_metric_screw_thread

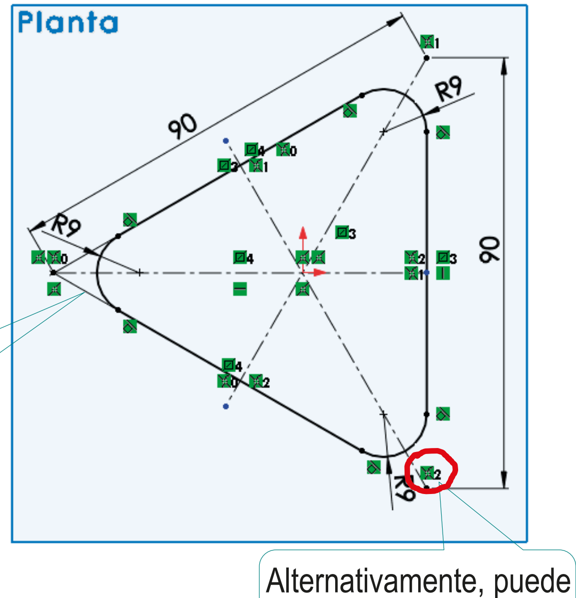
Consultando la norma, se llega al siguiente detalle de la rosca:



Para un diámetro de 48, un paso con valor 3 corresponde a una rosca métrica fina

Obtenga la base

- Seleccione la planta como plano de trabajo (Datum 1)

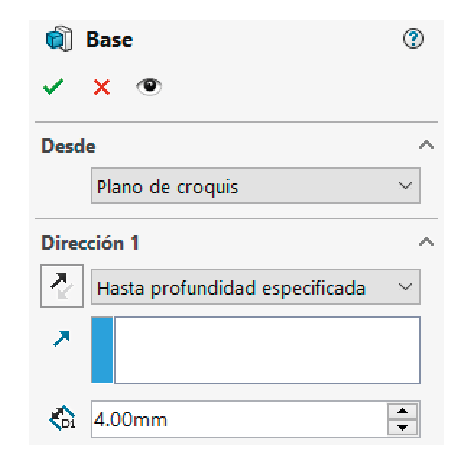


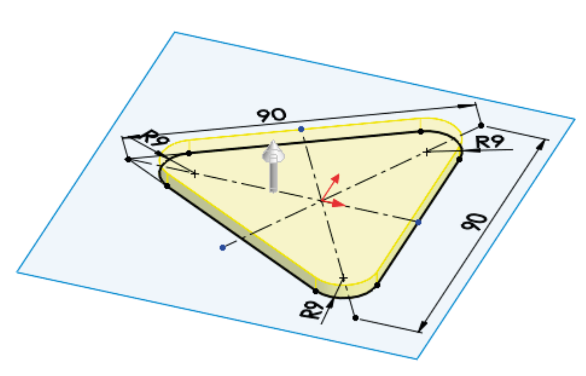
- Dibuje el perfil

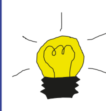
Puede usar geometría suplementaria para definir los vértices del triángulo

Alternativamente, puede usar restricciones

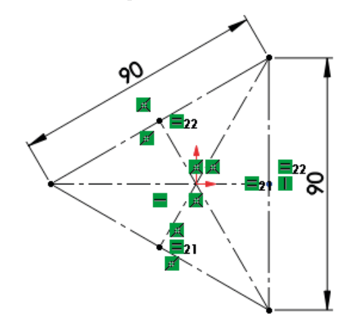
- Extruya







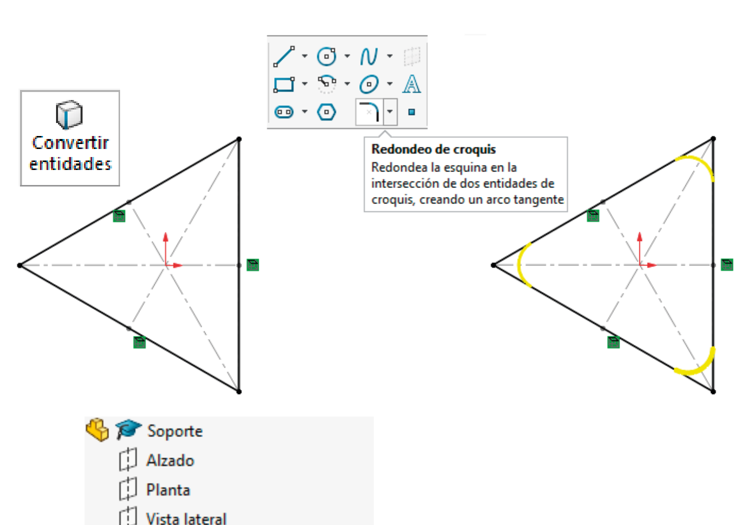
Alternativamente, puede generar la geometría suplementaria en un croquis separado:



- Seleccione la planta como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje el perfil triangular sin redondeos
- Guarde el perfil como geometría suplementaria
- Seleccione la planta como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje el perfil triangular con redondeos

Obtenga el triángulo convirtiendo las líneas del croquis suplementario, para que ambos croquis queden vinculados

- Guarde el perfil y extruya la *Base*

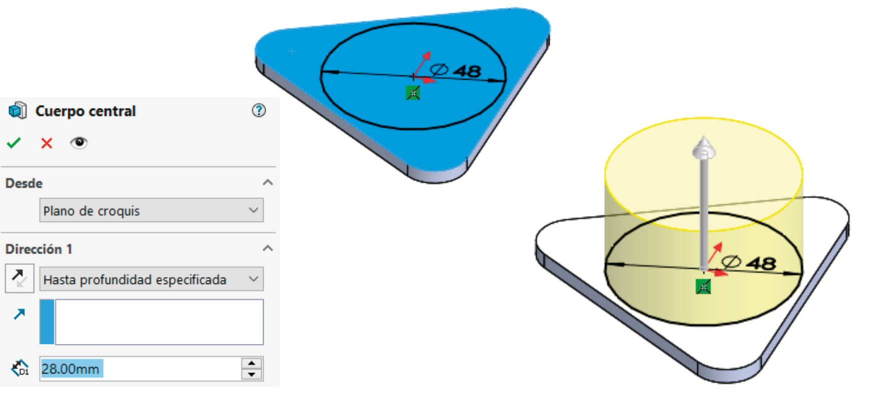


ISBN: 978-84-18432-81-1

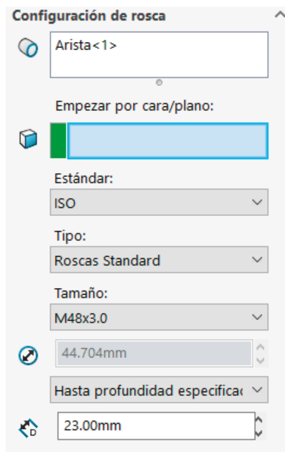
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

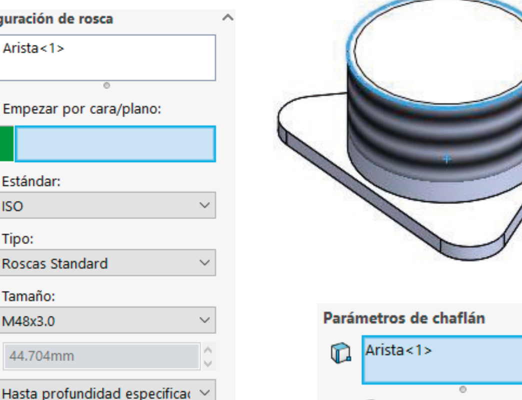
Modele el cuerpo central

- Seleccione la cara superior de la base como plano de trabajo (Datum 2)
- Dibuje un círculo
- Extruya

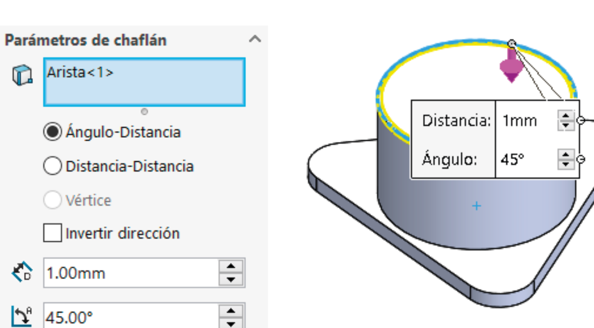


- Añada la rosca cosmética





- Añada un chaflán en el borde cilíndrico exterior



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

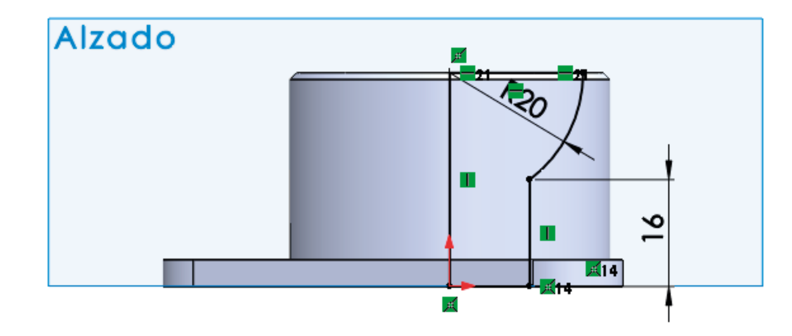
Tarea

Estrategia

Ejecución

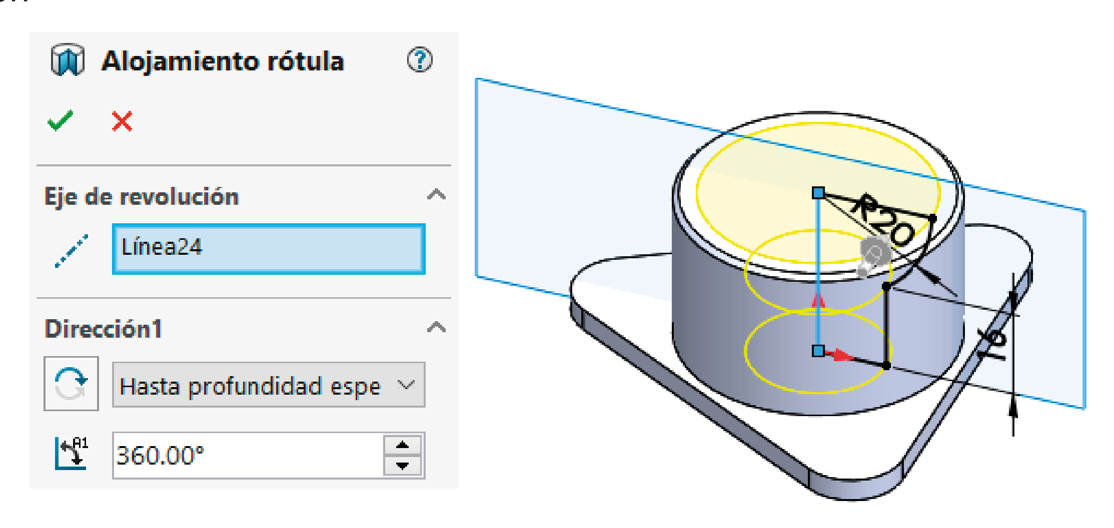
Conclusiones

- Seleccione el alzado como plano de trabajo (Datum 3)



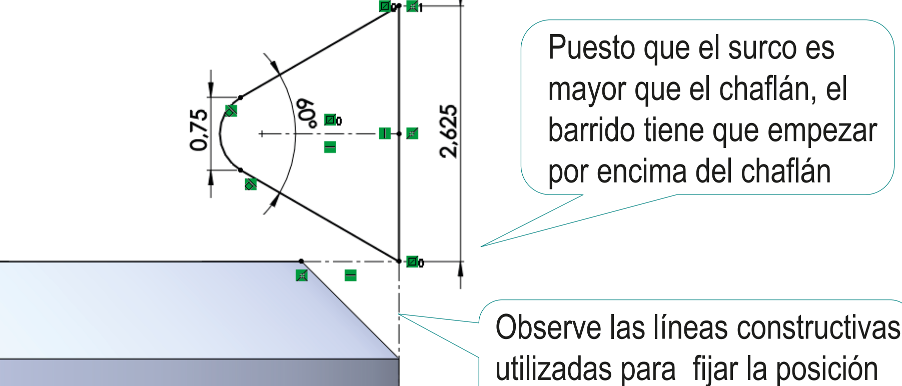
- Dibuje el perfil del hueco del cuerpo central

- Aplique un corte revolución

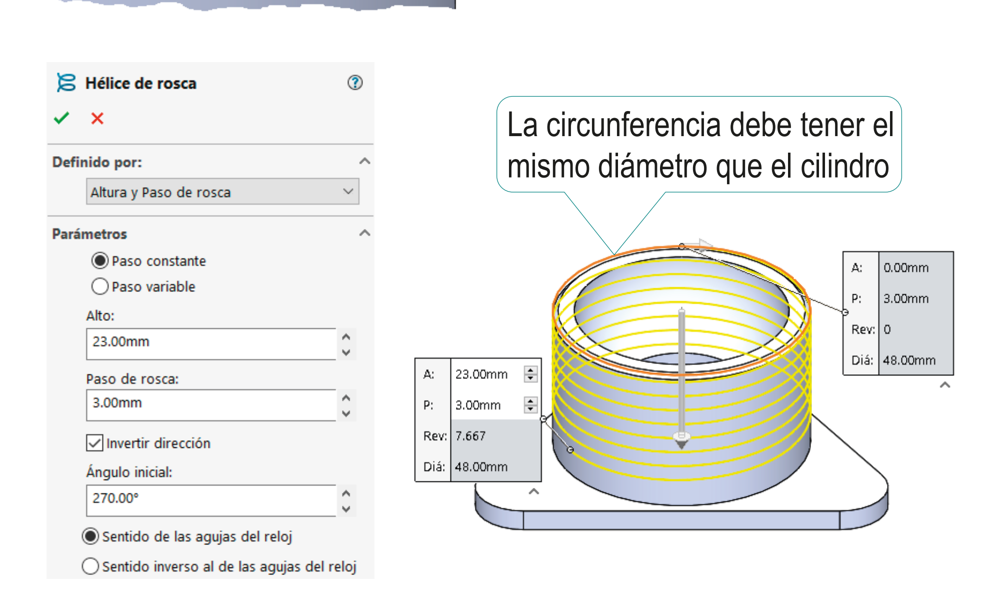


Añada la rosca geométrica

√ Dibuje el perfil de rosca ISO en la vista lateral (Datum 4)



√ Dibuje la trayectoria helicoidal

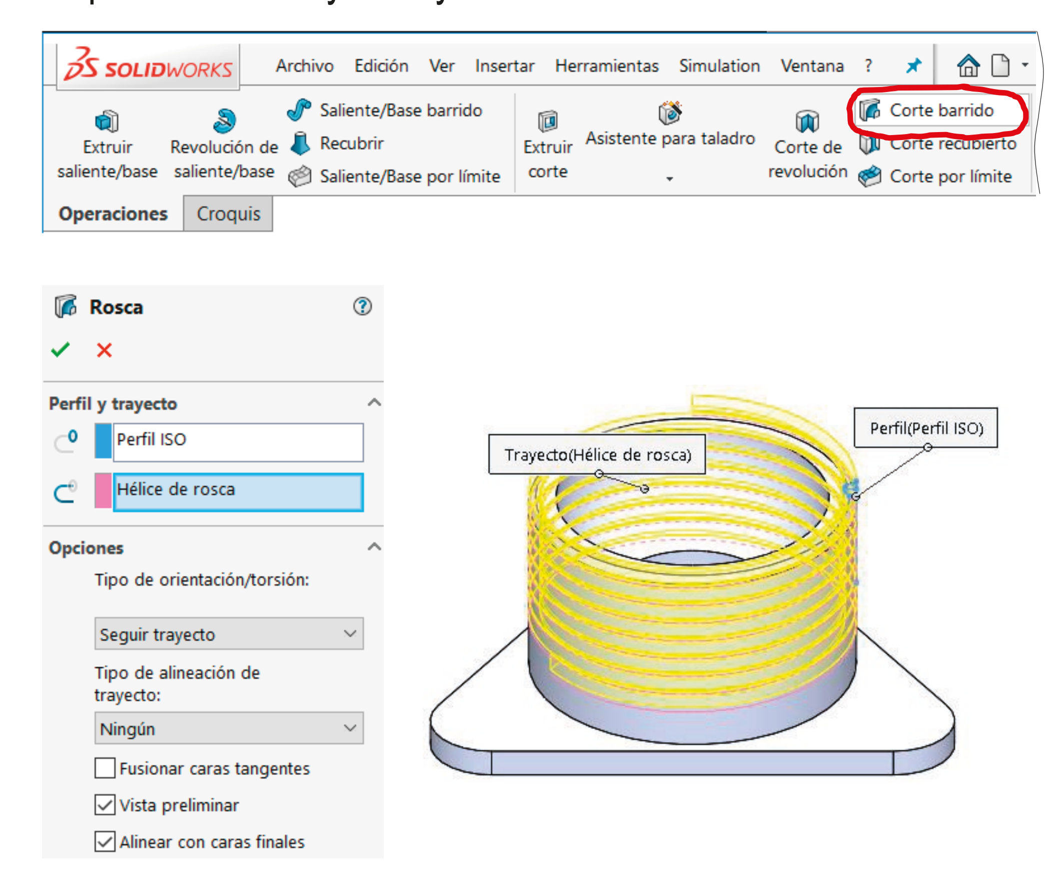


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

√ Obtenga un *Corte barrido*, con el perfil de rosca y la trayectoria helicoidal



ISBN: 978-84-18432-81-1

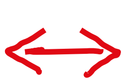
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

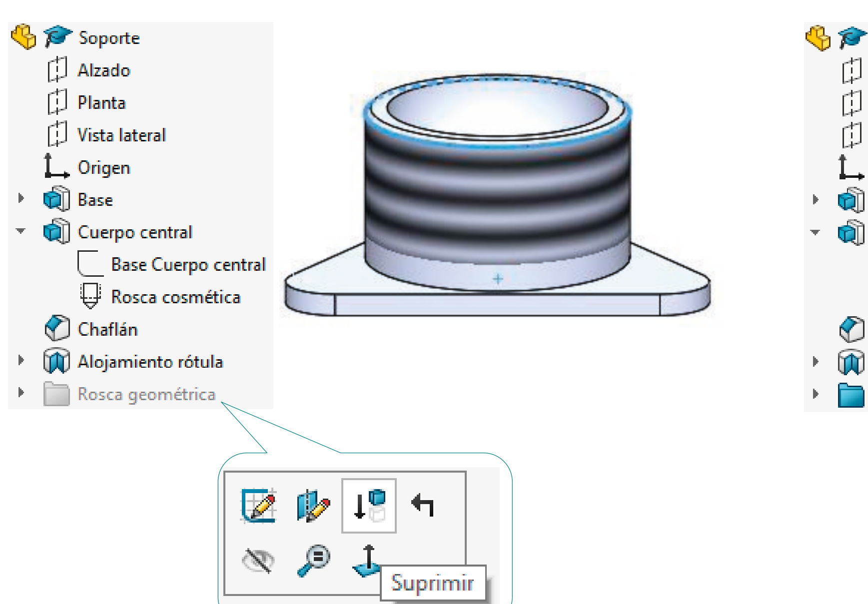


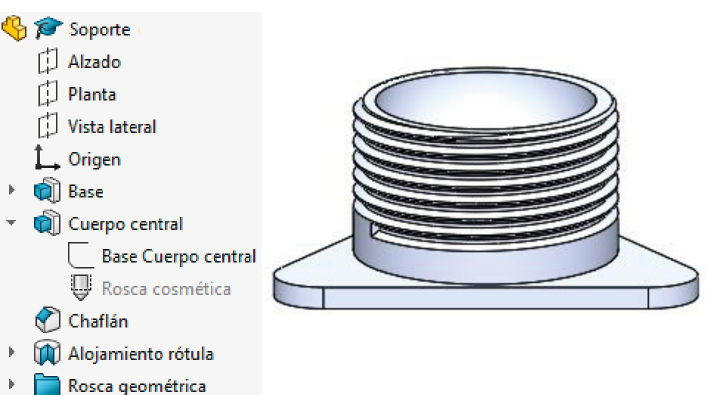
Mantenga una de las dos representaciones de la rosca y *suprima* la otra

Mantenga la rosca cosmética cuando quiera una representación simplificada



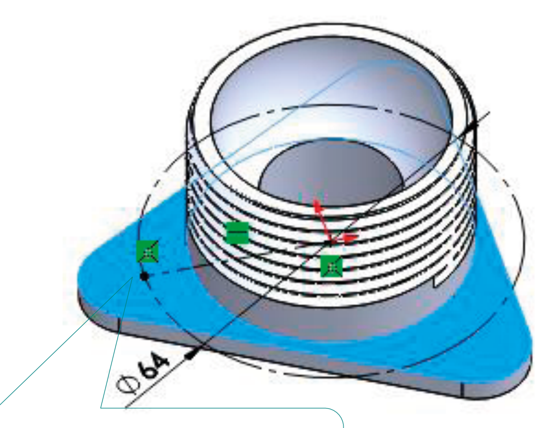
Mantenga la rosca geométrica cuando quiera una representación más real





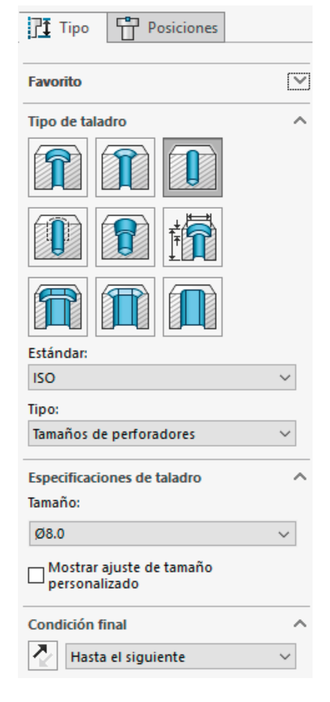
Realice los taladros de sujeción

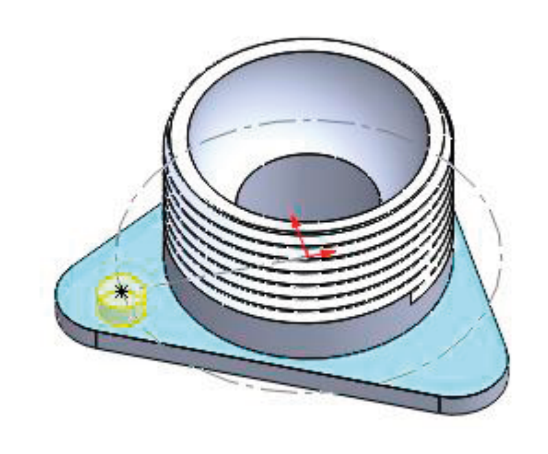
- Seleccione la cara superior de la base como plano de trabajo (Datum 2)
- Dibuje una plantilla para posicionar los taladros, a partir de un círculo y una línea de construcción



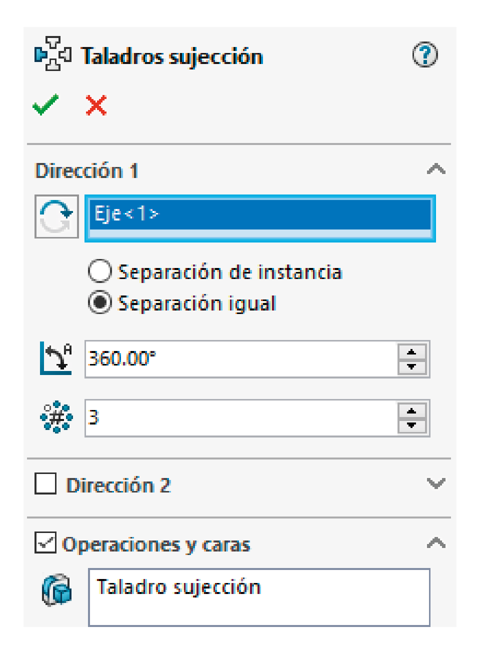
El punto será el centro donde se situará el taladro

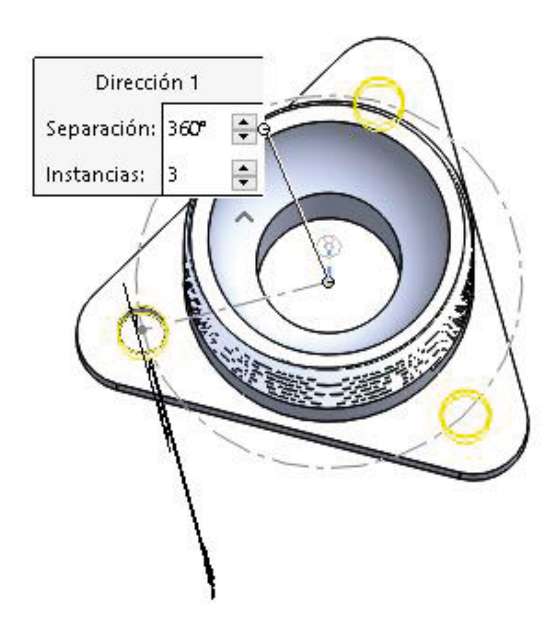
- Cree un taladro





- Cree el resto de taladros con una matriz circular





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

1 Las piezas no estándar pueden contener elementos estándar, que se deben modelar respetando las normas que los definen

¡Para modelar una rosca estandarizada hay que consultar las normas correspondientes!

2 Se puede usar geometría suplementaria para modelar sin perder la geometría del diseño original

La geometría suplementaria se vincula a la geometría del modelo mediante restricciones, tales como *Convertir entidades*

3 La rosca geométrica es compleja de modelar

¡La rosca cosmética simplifica el trabajo del diseñador y evita que el ordenador se sobrecargue calculando modelos complejos!

Tarea

La fotografía muestra una hembrilla cerrada con rosca autorroscante para madera



Obtenga el modelo sólido de una hembrilla con longitud total 50 mm y diámetro del alambre 5 mm

El modelo debe incluir tanto la rosca geométrica, como la simplificación cosmética

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Determine la forma y dimensiones de la pieza:

√ Obtenga las medidas principales de algún ejemplar de catálogo

Puede utilizar la terminología en inglés para ampliar el campo de búsqueda de información

√ Eye screw with tapered shank (self-threading screw)

√ Self-tapping screws

√ Obtenga (de la normas) el resto de las cotas

2 Obtenga el modelo por barrido a partir de una única trayectoria y un perfil redondo

Añada las correspondientes roscas cosmética y geométrica

Estrategia

Tarea

Estrategia

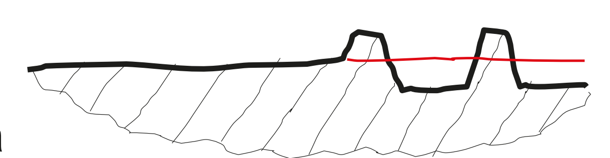
Ejecución

Conclusiones

Tenga en cuenta la singularidad de la rosca:

Debida a que se fabrica por estampación o laminación a partir del alambre

√ El diámetro de las crestas de la rosca es mayor que el del alambre

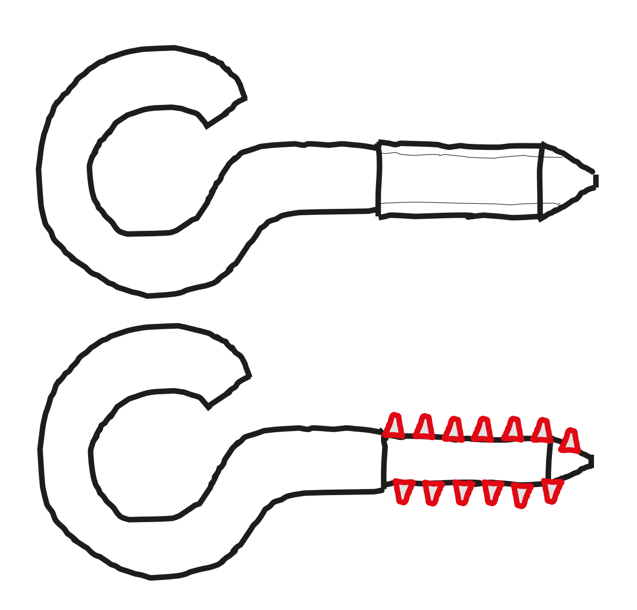


√ El diámetro de los valles de la rosca es menor que el del alambre

En consecuencia, harán falta dos modelos:

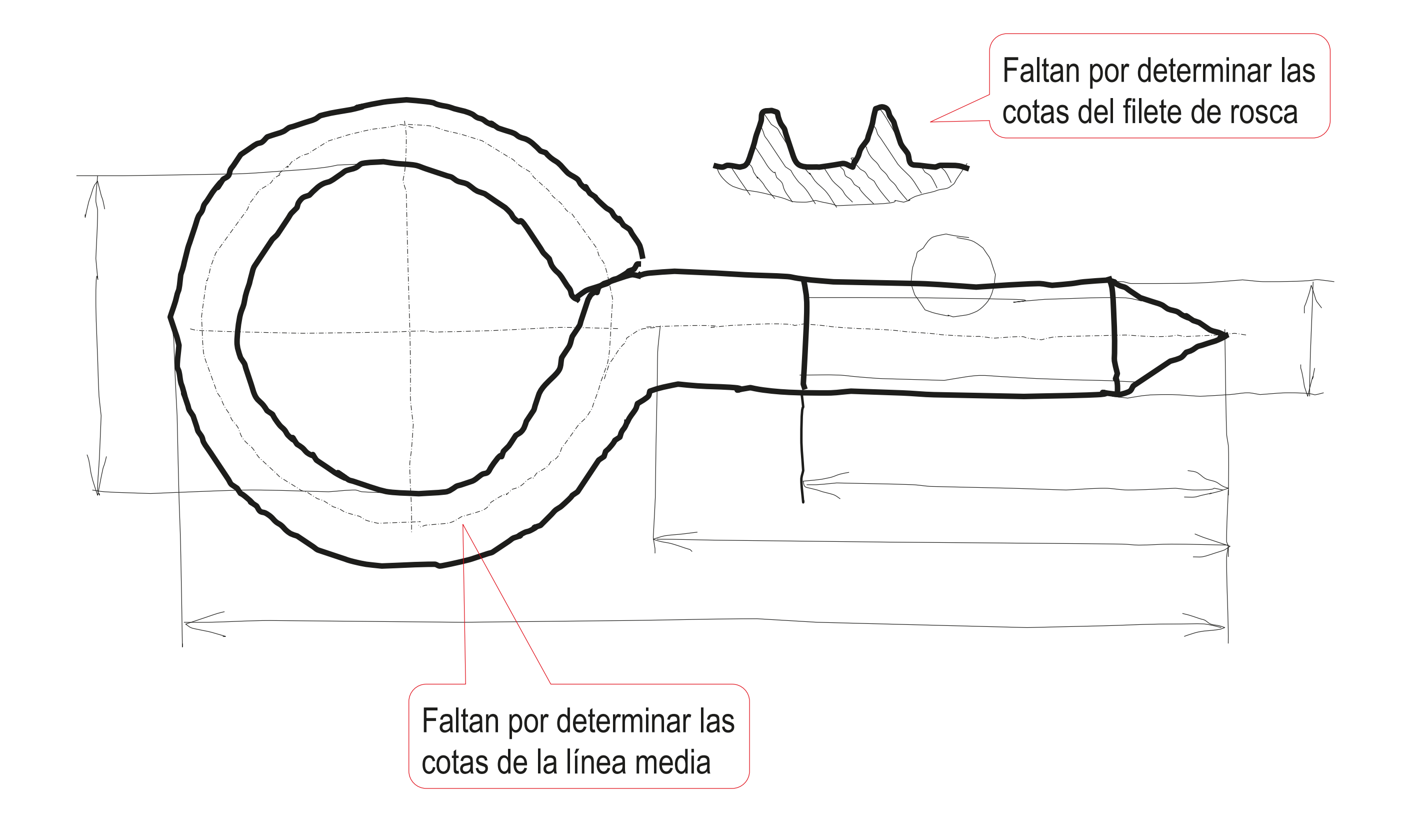
√ La rosca cosmética se obtendrá rellenando hasta las crestas

√ La rosca geométrica se obtendrá vaciando hasta los valles y añadiendo el filete después



ISBN: 978-84-18432-81-1
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

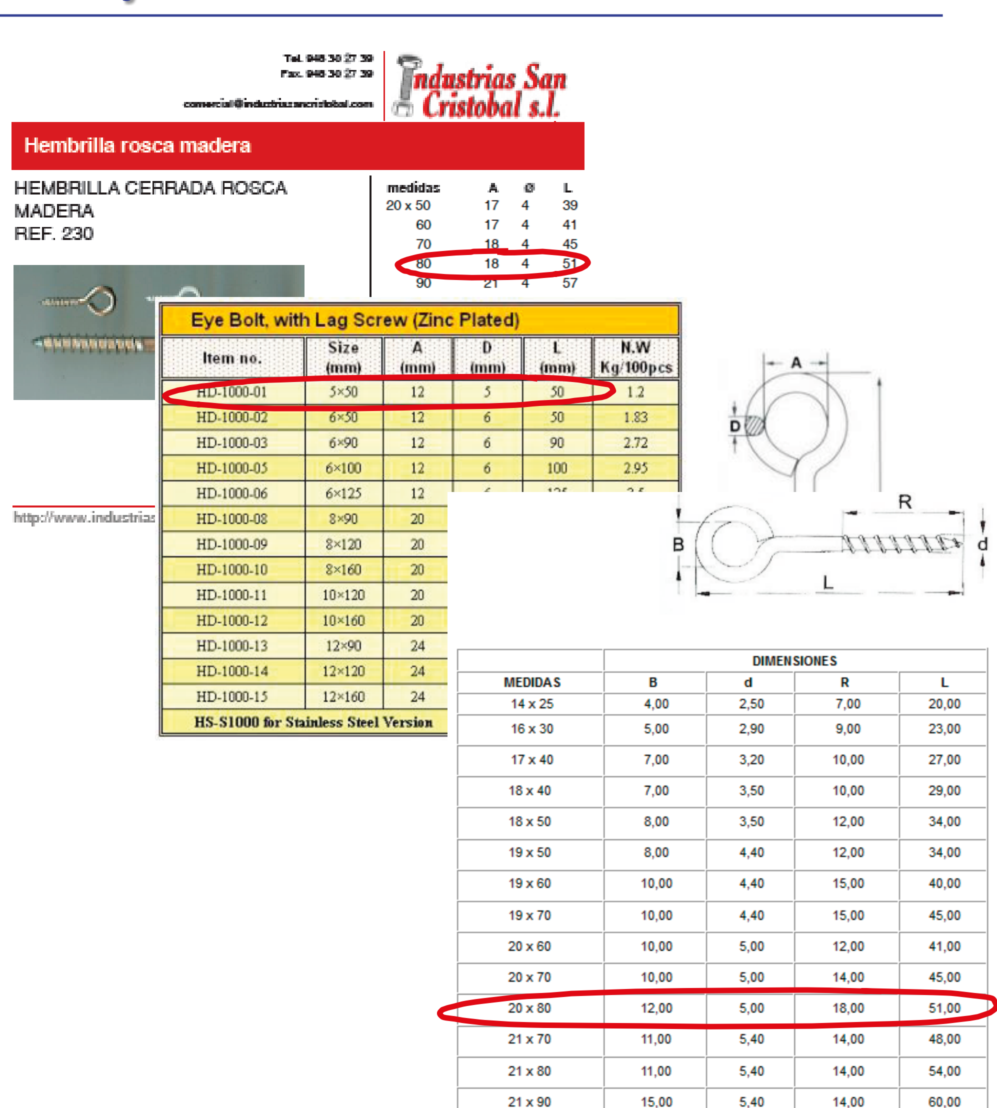
En el boceto de la hembrilla se muestran parte de las medidas necesarias para modelarla



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Comprobando normas y catálogos comerciales,
se observa que hay diferentes soluciones dentro del rango de variabilidad permitido



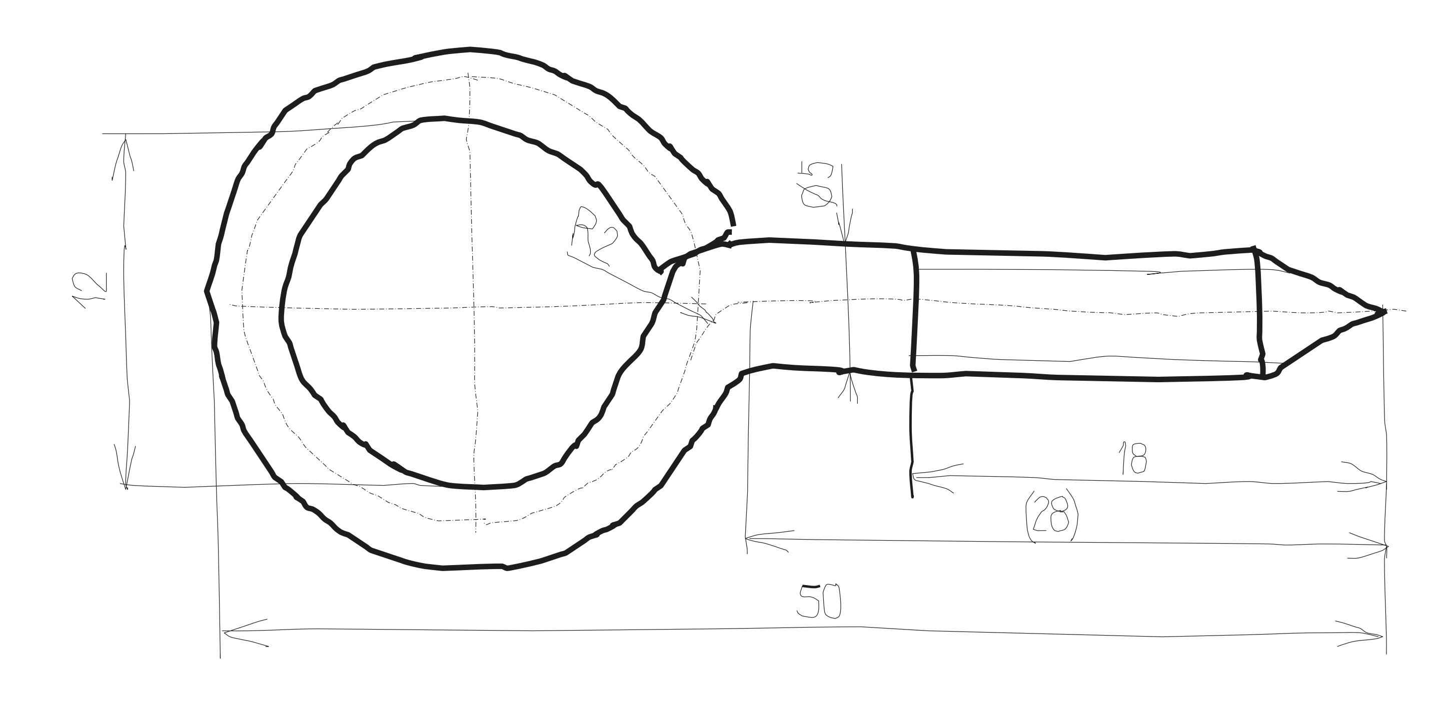
medidas	A	Ø	L
20 x 50	17	4	39
60	17	4	41
70	18	4	45
80	18	4	51
90	21	4	57

Eye Bolt, with Lag Screw (Zinc Plated)

Item no.	Size (mm)	A (mm)	D (mm)	L (mm)	N.W Kg/100pcs
HD-1000-01	5×50	12	5	50	1.2
HD-1000-02	6×50	12	6	50	1.83
HD-1000-03	6×90	12	6	90	2.72
HD-1000-05	6×100	12	6	100	2.95
HD-1000-06	6×125	12			
HD-1000-08	8×90	20			
HD-1000-09	8×120	20			
HD-1000-10	8×160	20			
HD-1000-11	10×120	20			
HD-1000-12	10×160	20			
HD-1000-13	12×90	24			
HD-1000-14	12×120	24			
HD-1000-15	12×160	24			
HS-S1000 for Stainless Steel Version					

	DIMENSIONES			
MEDIDAS	B	d	R	L
14 x 25	4,00	2,50	7,00	20,00
16 x 30	5,00	2,90	9,00	23,00
17 x 40	7,00	3,20	10,00	27,00
18 x 40	7,00	3,50	10,00	29,00
18 x 50	8,00	3,50	12,00	34,00
19 x 50	8,00	4,40	12,00	34,00
19 x 60	10,00	4,40	15,00	40,00
19 x 70	10,00	4,40	15,00	45,00
20 x 60	10,00	5,00	12,00	41,00
20 x 70	10,00	5,00	14,00	45,00
20 x 80	12,00	5,00	18,00	51,00
21 x 70	11,00	5,40	14,00	48,00
21 x 80	11,00	5,40	14,00	54,00
21 x 90	15,00	5,40	14,00	60,00
21 x 100	15,00	5,40	18,00	64,00

Por tanto, se adoptan una medidas arbitrarias dentro del rango habitual



Durante el proceso de modelado se comprobará si son válidas

ISBN: 978-84-18432-81-1

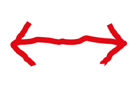
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Medidas

Tarea
Estrategia
Ejecución
Medidas
Modelo
Rosca
Conclusiones

Las roscas autorroscantes son diferentes a las roscas métricas

Las roscas métricas se tienen que enroscar con otras roscas métricas

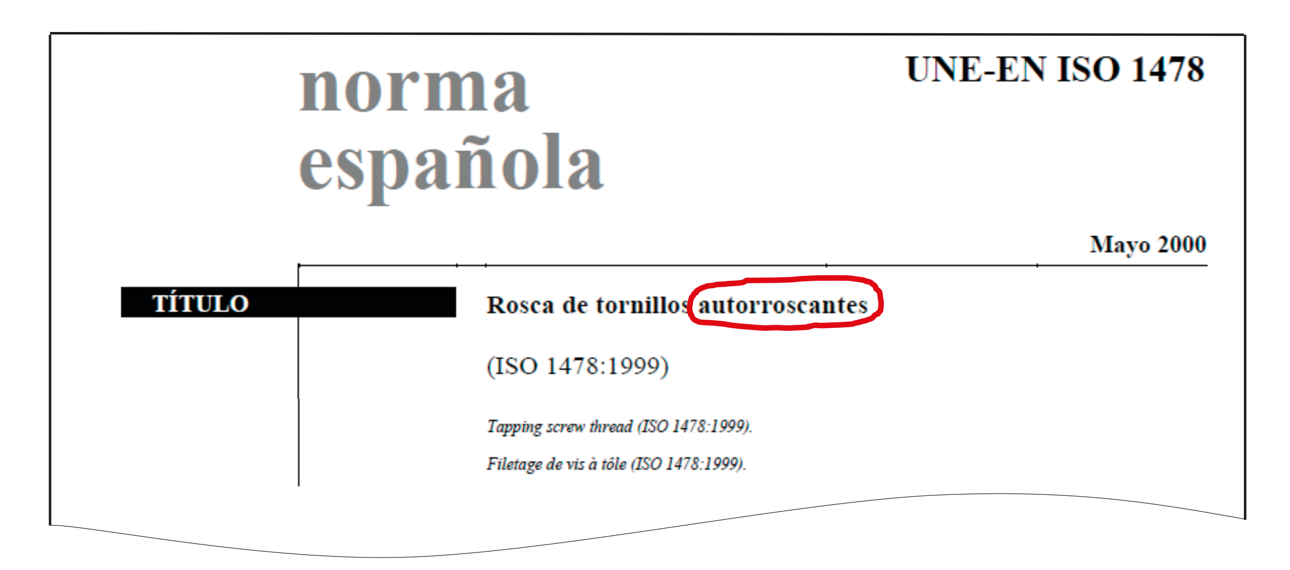


Las roscas autorroscantes se pueden enroscar en agujeros no roscados

En consecuencia, su forma geométrica es distinta, y se rigen por normas diferentes

El filete de rosca debe ser cortante, y debe tener más paso

Por tanto, para las dimensiones de la rosca acuda a la norma:



norma española

UNE-EN ISO 1478

Mayo 2000

TÍTULO

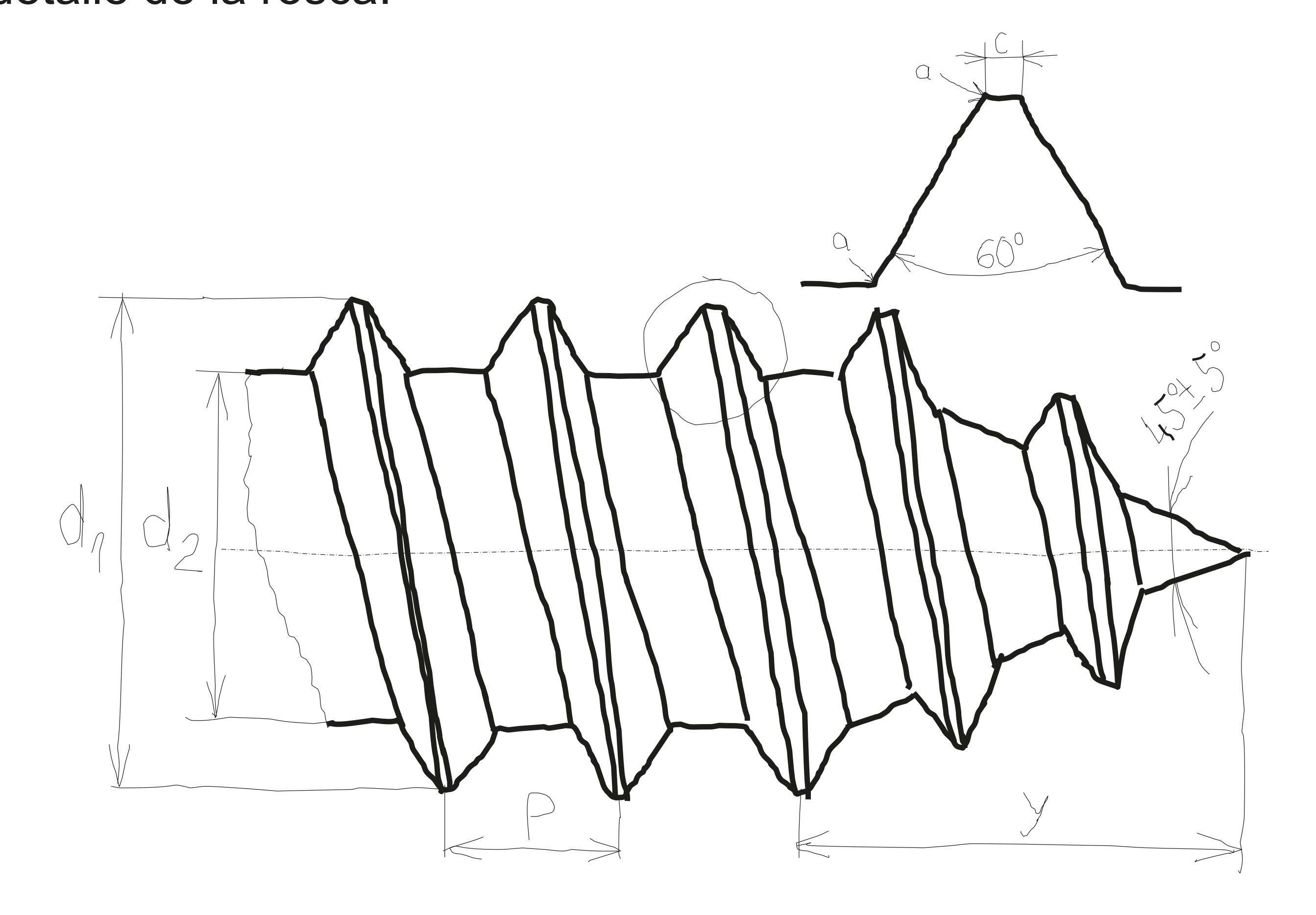
Rosca de tornillos autorroscantes

(ISO 1478:1999)

Tapping screw thread (ISO 1478:1999).

Filetage de vis à tôle (ISO 1478:1999).

Consultando la norma, se llega al siguiente detalle de la rosca:



Tarea
Estrategia
Ejecución
Medidas
Modelo
Rosca
Conclusiones

Para un diámetro del alambre de 5 mm, los rangos fijados por la norma son:

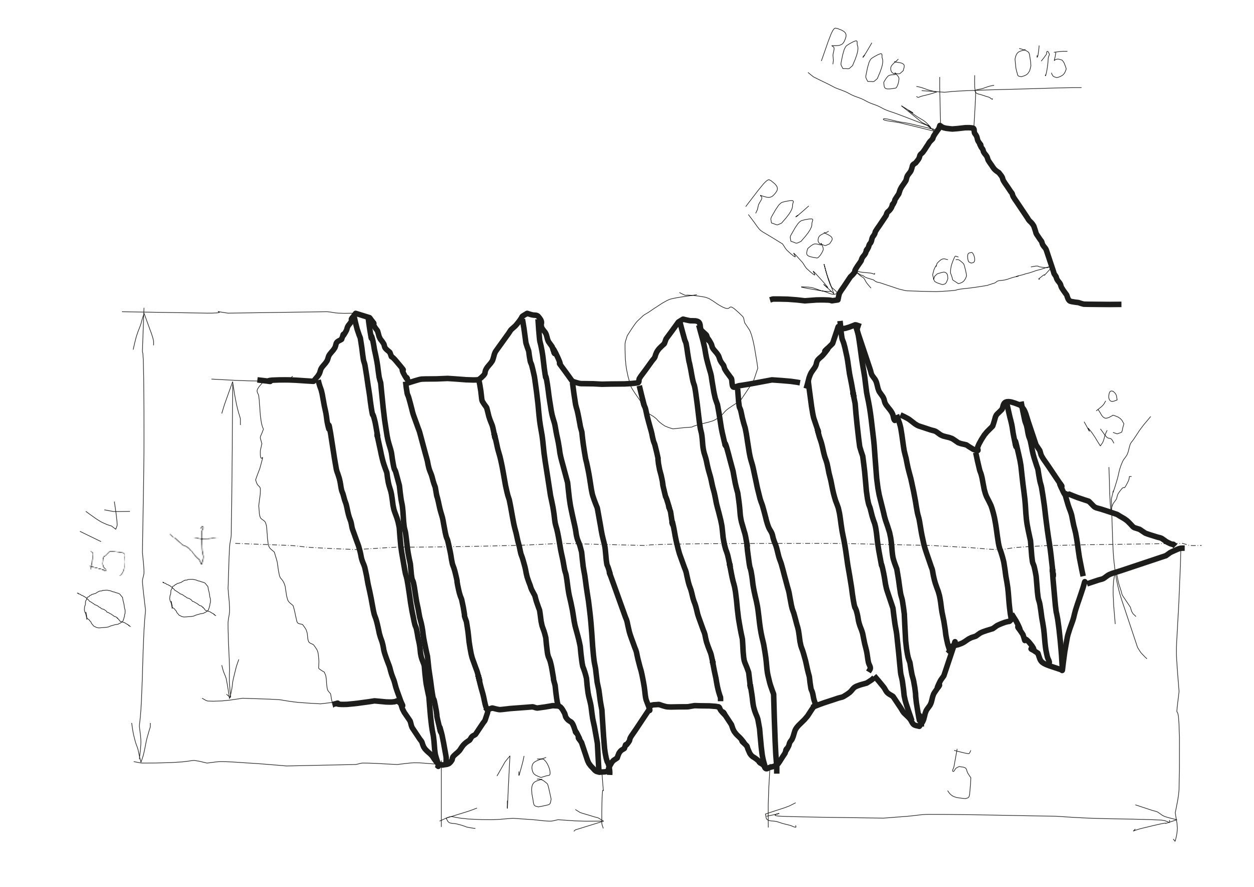
Tamaño de rosca		ST 5,5
P	≈	1,8
d_1	máx.	5,46
	mín	5,28
d_2	máx.	4,17
	mín	3,99
c	máx.	0,15
y réf.	Tipo C	5
Número[c)]		12
a) Redondeado de radio escaso		

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Medidas
Modelo
Rosca
Conclusiones

Por tanto, se eligen finalmente la siguiente rosca autorroscante **ISO 1478-ST 5,5**:



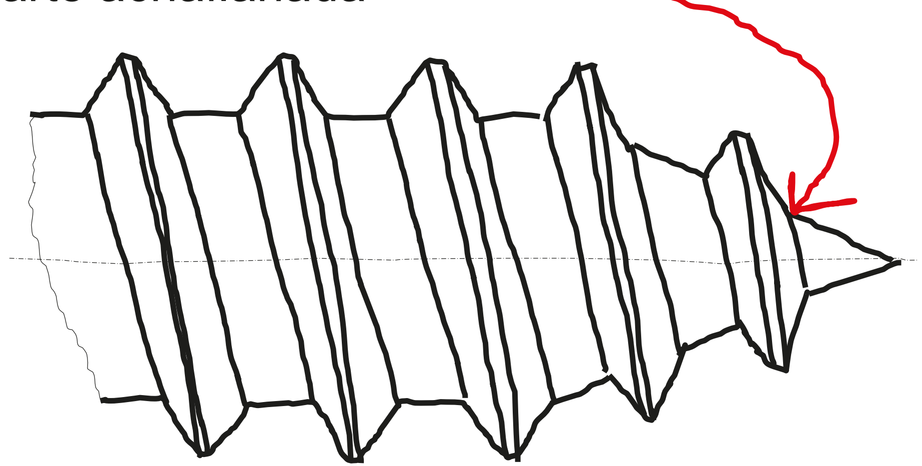
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Medidas



La norma no especifica hasta donde debe llegar la rosca en la parte achaflanada



Para poder modelar, se debe elegir alguna solución:

- √ Haga la rosca hasta una longitud de 3 mm
- √ Haga la rosca con una trayectoria cónica de 25°

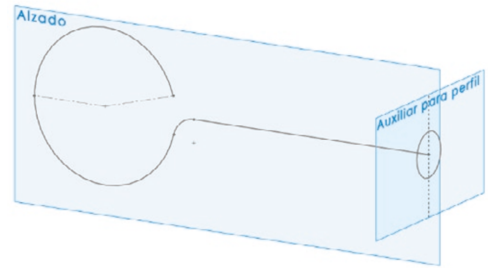
Así, el principio de la rosca apenas sobresale de la superficie achaflanada

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga el modelo:

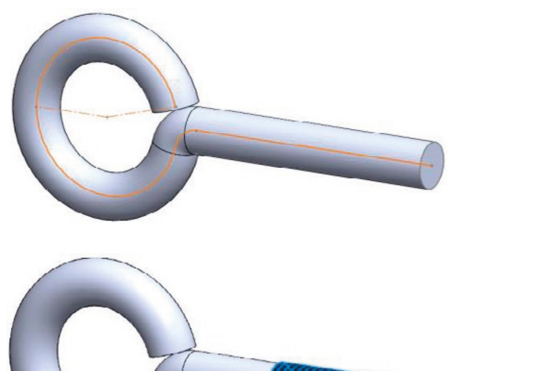
1 Dibuje la trayectoria y el perfil



2 Haga el barrido

3 Modele la rosca cosmética

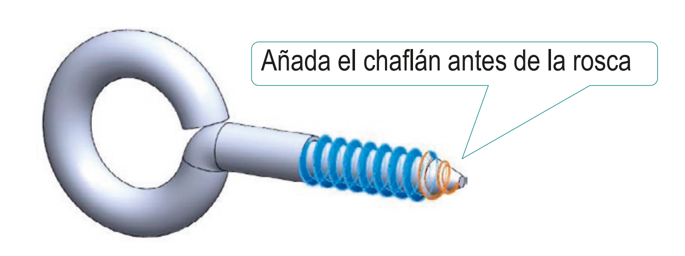
- Aumente el grosor de la zona de la rosca
- Añada la rosca cosmética





4 Modele la rosca geométrica

- Modele el perfil
- Modele el tramo cilíndrico y el tramo cónico de la hélice
- Haga sendos barridos
- Redondee



Dibuje la trayectoria

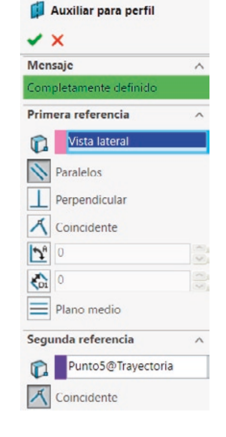
- √ Seleccione el alzado como plano de trabajo (Datum 1)
- √ Dibuje la trayectoria de la hembrilla

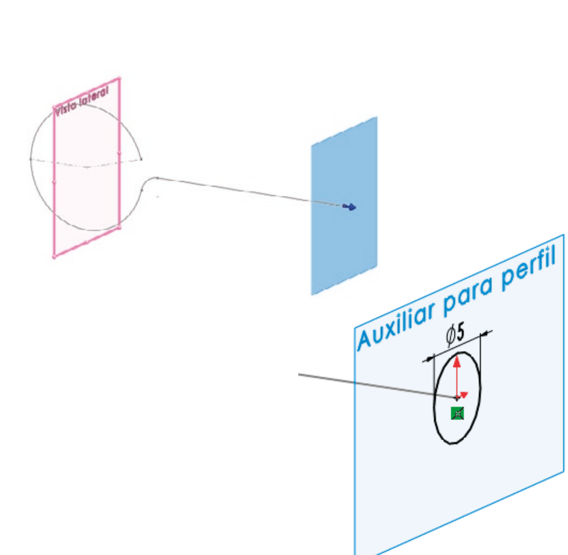
¡El ángulo se deberá recalcular a posteriori, para hacer el extremo aproximadamente tangente a la zona curvada!

35°
R2
R8,50
47,50

Dibuje el perfil

- √ Defina un plano paralelo al lateral y pasando por el extremo de la trayectoria (Datum 2)





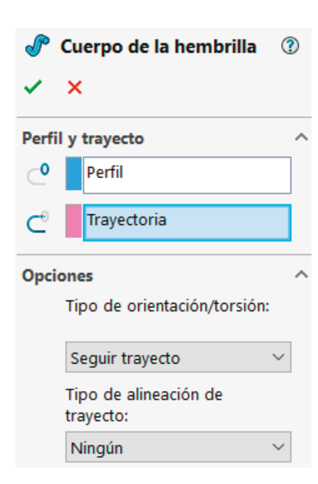
- √ Dibuje una circunferencia concéntrica con el vértice de la trayectoria

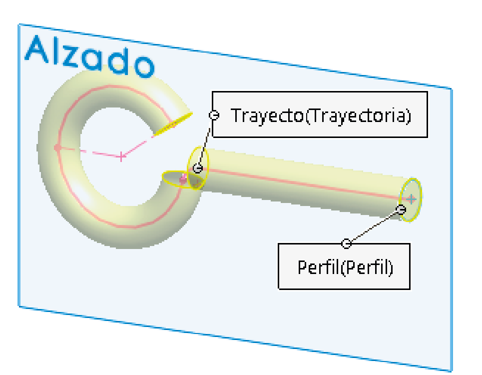
CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

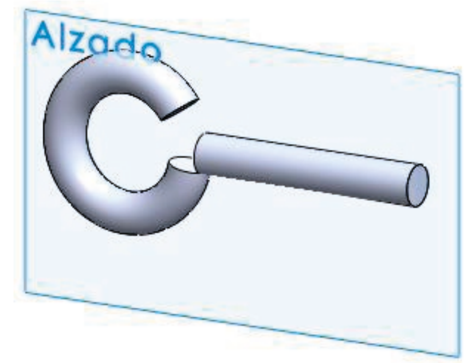
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecute *Saliente base/barrido*:



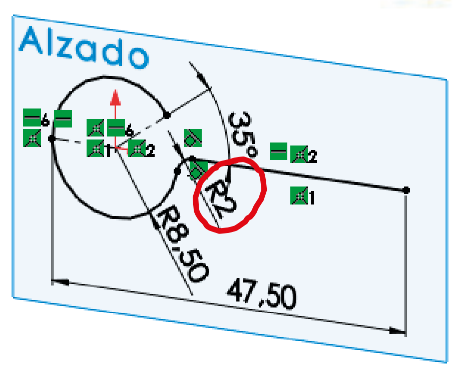






Al completar el barrido se observa una grieta en el modelo

Es debida a que el radio de curvatura de la trayectoria es más pequeño que el radio del perfil

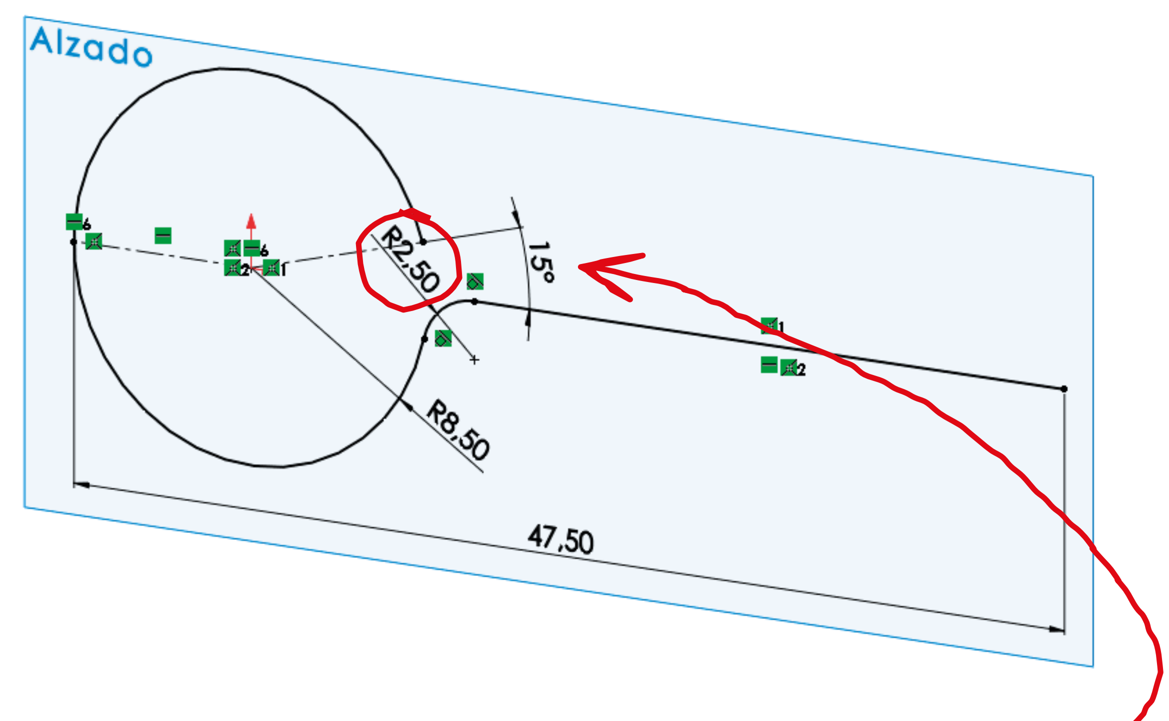


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Se trata de un fallo de diseño inicial, porque no es posible que una trayectoria de barrido sea más estrecha o curvada que el perfil a barrer

Se resuelve aumentando el radio hasta 2,5 mm:

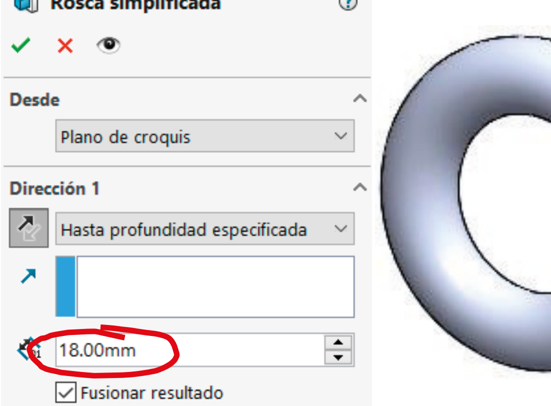


Aproveche para reajustar el ángulo de cierre del arco

Para obtener la rosca cosmética:

- Aumente el grosor del alambre en la zona roscada
  - Seleccione el Datum 2
  - Dibuje una circunferencia concéntrica con la sección del alambre
  - Haga una extrusión hasta la profundidad de la rosca





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

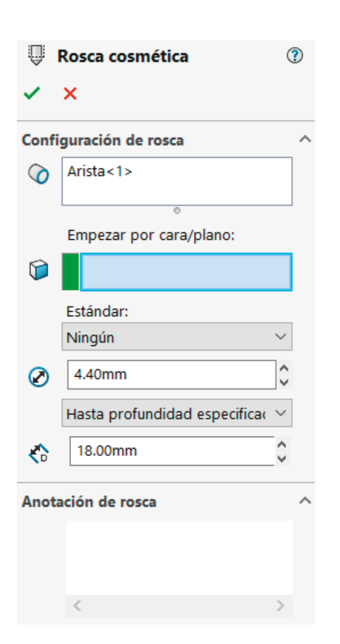
2 Añada la rosca cosmética

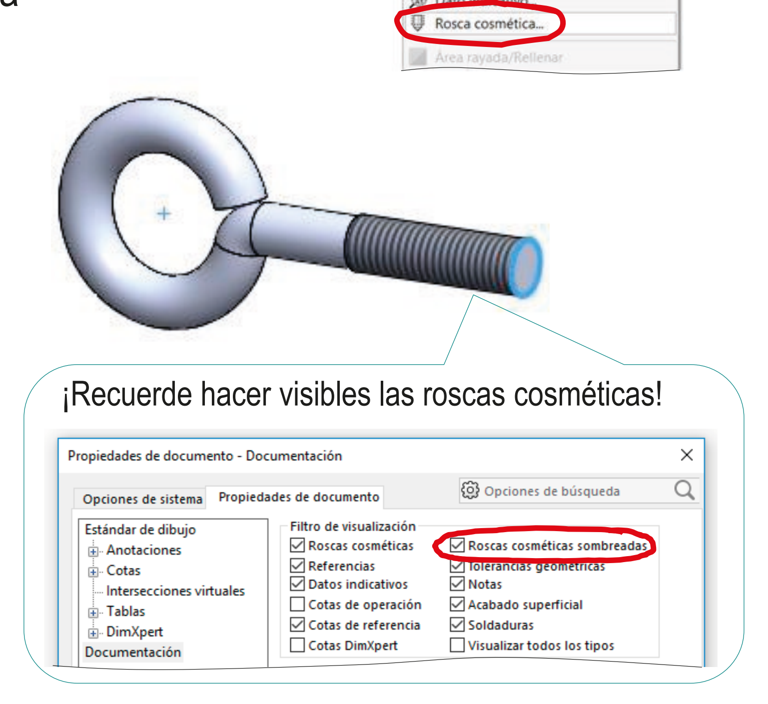
√ Seleccione *Rosca cosmética*

√ Seleccione la arista inicial del tramo cilíndrico

√ Añada los datos de la rosca

SOLIDWORKS Archivo Edición Ver Insertar Herramientas Simulation Ventana ?
Saliente/Base
Cortar
Tablas
Anotaciones
Objeto...
Hipervínculo...
Personalizar el menú
Nota...
Globo...
Globo en pila...
Símbolo de acabado superficial...
Símbolo de soldadura...
Tolerancia geométrica...
Símbolo de indicación de referencia...
Dato indicativo...
Rosca cosmética...
Área rayada/Rellenar



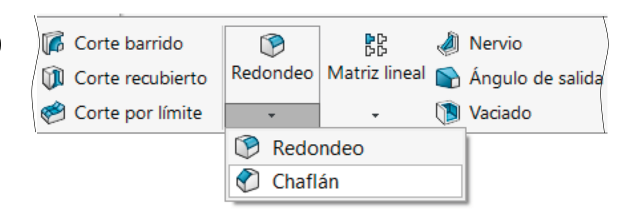


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

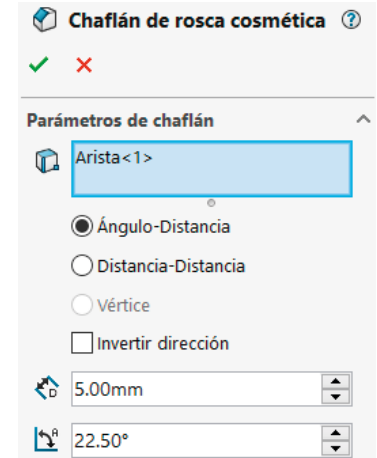
3 Añada el chaflán sobre la rosca cosmética:

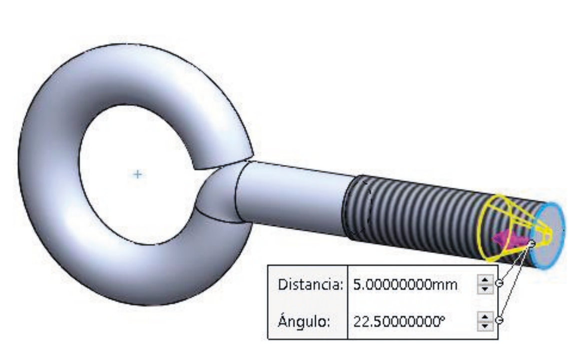
√ Seleccione el elemento característico *Chaflán*



√ Seleccione la arista a achaflanar

√ Complete el resto de parámetros del chaflán



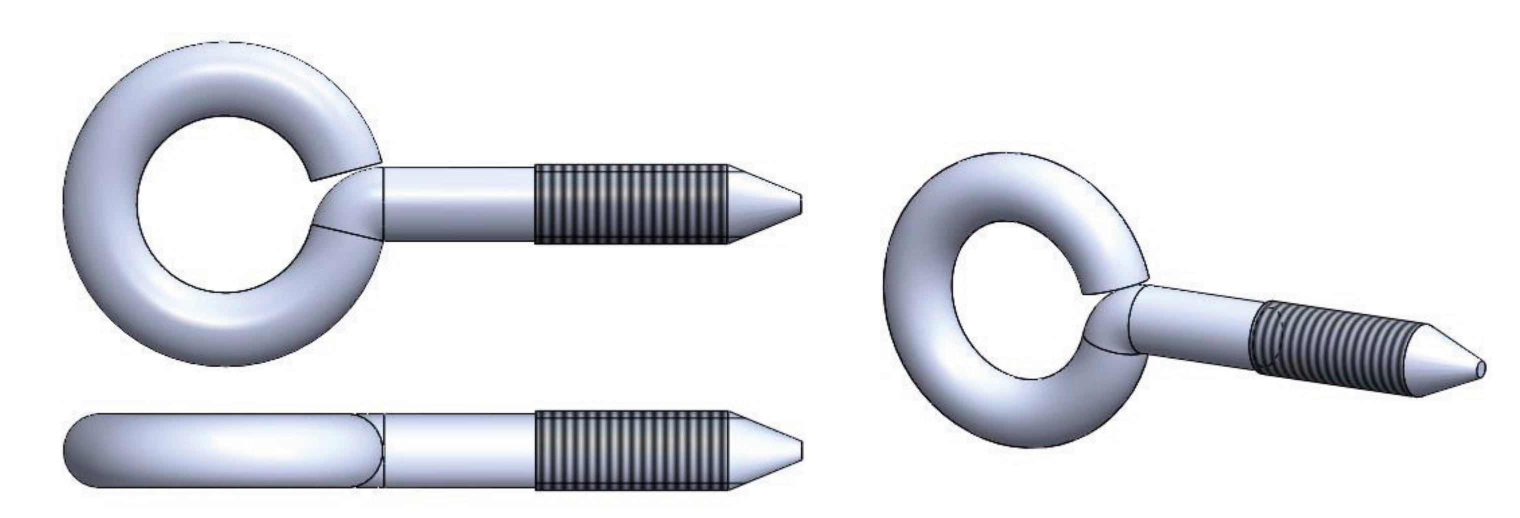


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



El modelo resultante es válido para la mayoría de los usos:





Para obtener un modelo con geometría completa, debe suprimir la rosca cosmética y modelar la rosca geométrica

Para añadir la rosca geométrica:

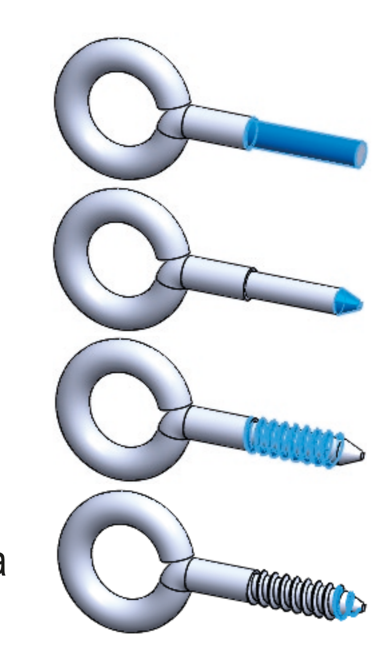
1 Haga el rebaje y el chaflán

2 Dibuje el perfil de la rosca

3 Dibuje la trayectoria helicoidal cilíndrica

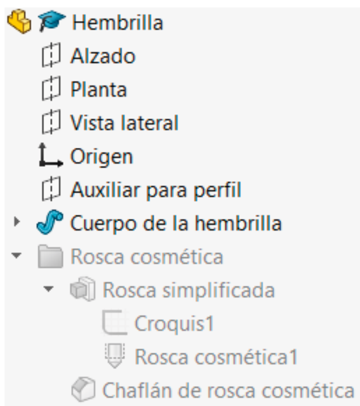
4 Haga el barrido para rellenar el filete

5 Obtenga de forma análoga el filete de la punta





¡Suprima previamente todas las operaciones de la rosca cosmética!

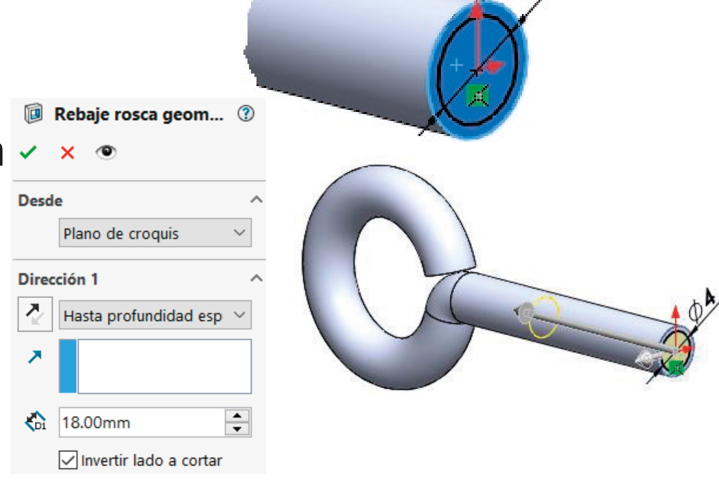


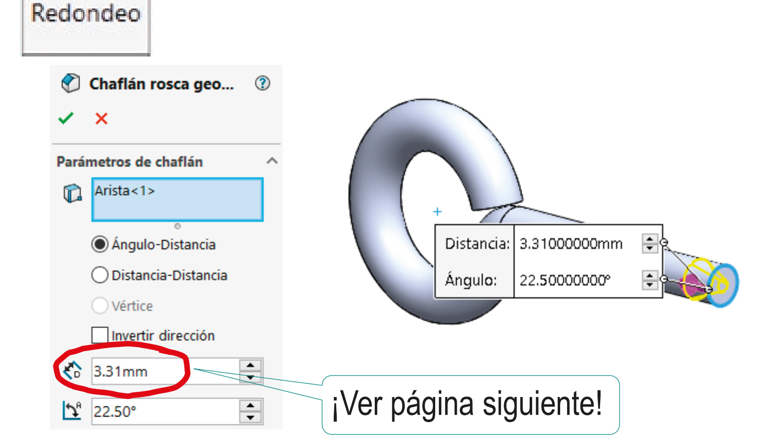
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Rosca geométrica

1. Haga la base de la rosca:
   - Seleccione el Datum 2
   - Dibuje una circunferencia concéntrica con la sección del alambre
   - Haga un corte extruido hasta la profundidad de la rosca
   - Seleccione el elemento característico *Chaflán*
   - Seleccione la circunferencia de la punta de la hembrilla
   - Complete el resto de parámetros del chaflán





Tarea

Estrategia

Ejecución

Medidas

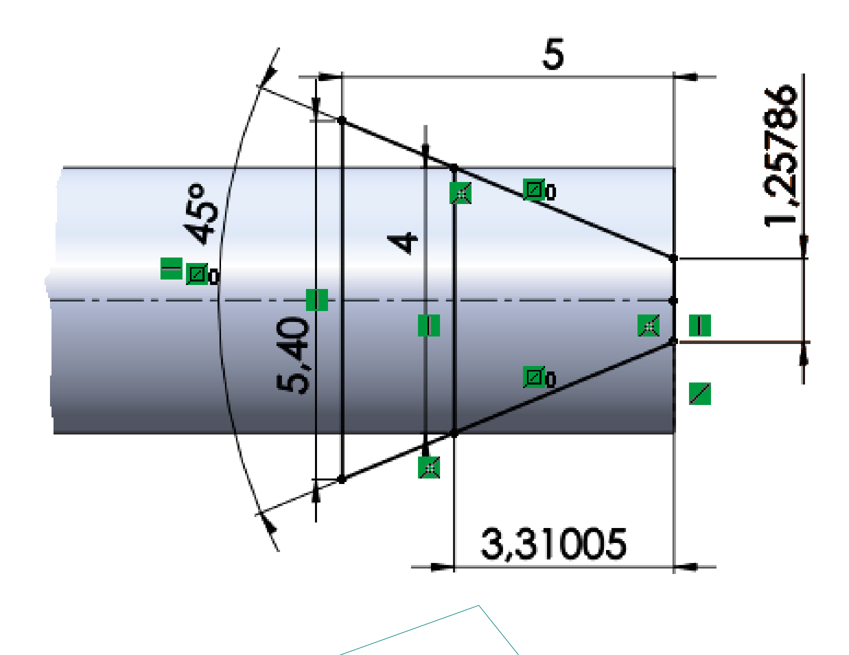
Modelo

Rosca

Conclusiones

Puesto que ha reducido el diámetro del alambre, deberá recalcular la longitud del chaflán

Recalcule la longitud del chaflán mediante un croquis auxiliar:



Longitud que deberá tener el chaflán para mantener el ángulo, la punta y la posición del chaflán anterior

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

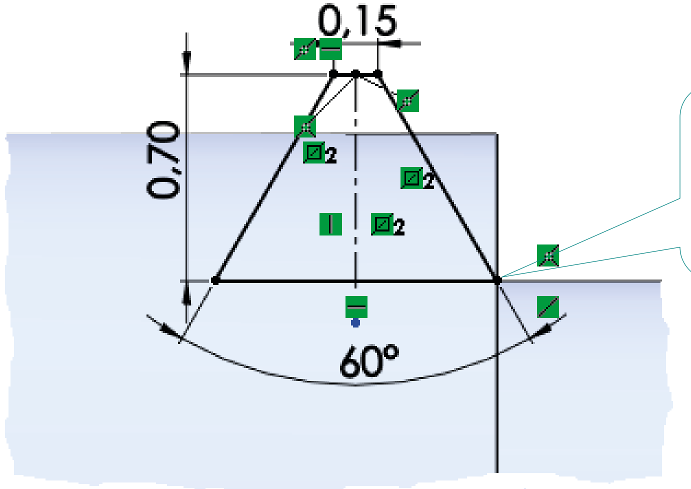
Ejecución: Rosca geométrica

Tarea
Estrategia
Ejecución
Medidas
Modelo
Rosca
Conclusiones

2 Dibuje el perfil de la rosca geométrica

√ Seleccione el alzado como plano de trabajo (Datum 1)

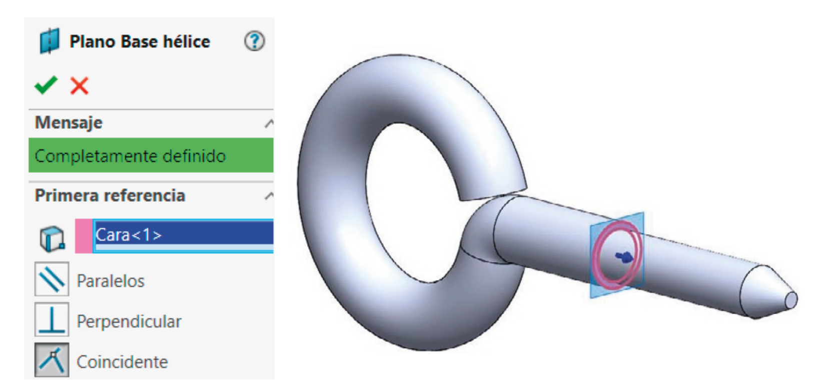
√ Dibuje el perfil de la rosca



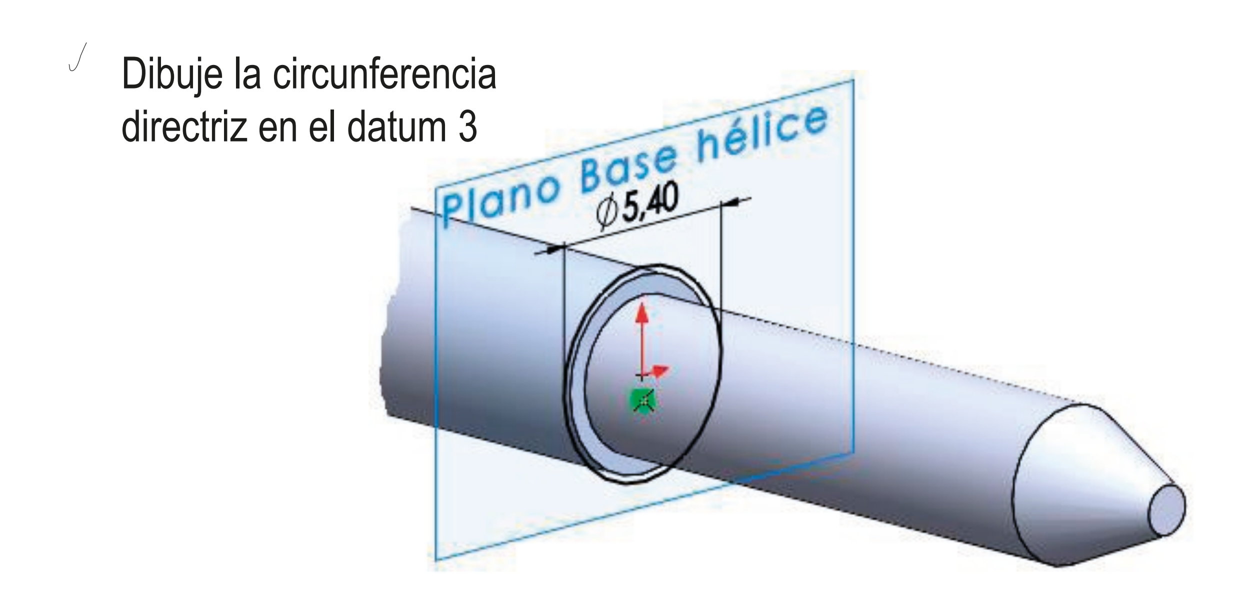
Coloque el perfil "dentro" del escalón, para hacer luego la salida de rosca

3 Dibuje la trayectoria helicoidal

- Defina un plano de referencia que contenga al escalón del final de la base de la rosca (Datum 3)



- Dibuje la circunferencia directriz en el datum 3

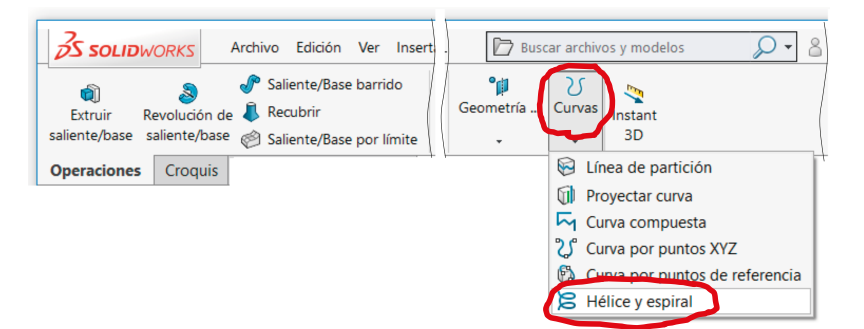


ISBN: 978-84-18432-81-1

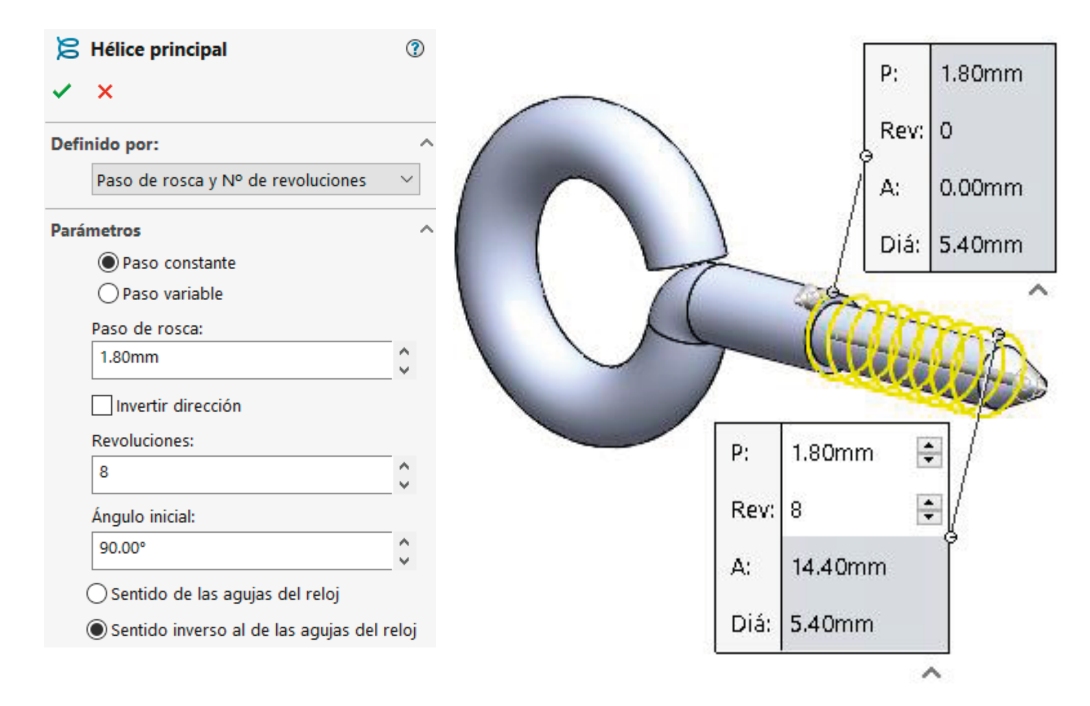
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Rosca geométrica

√ Seleccione el comando de dibujar hélice



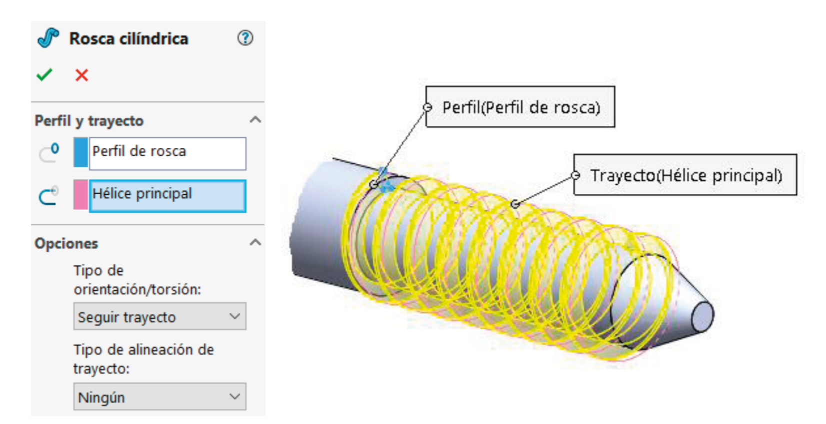
√ Complete los parámetros definitorios de la hélice



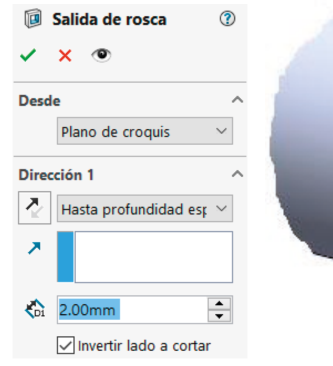
Ejecución: Rosca geométrica

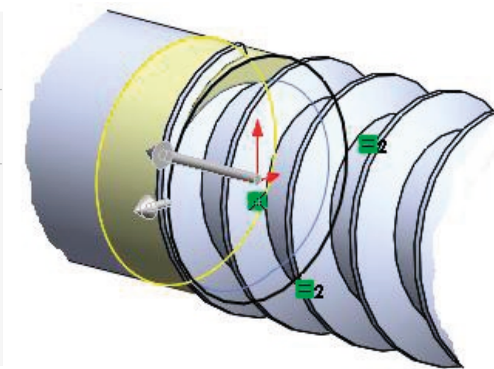
4 Haga un barrido para obtener el filete cilíndrico:

- Haga un barrido con el perfil de rosca y la trayectoria helicoidal



- Elimine la rosca sobrante en la salida de rosca
  - Dibuje en el datum 3 una circunferencia coincidente con el borde del escalón
  - Haga un corte extruido de una longitud al menos igual al paso de rosca

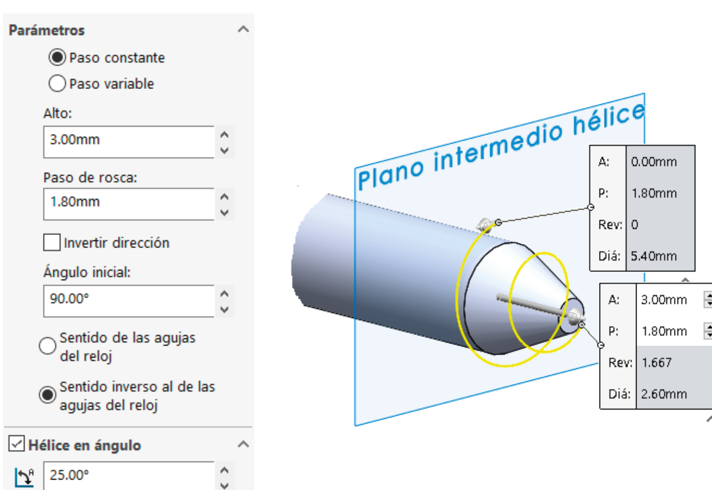




Tarea
Estrategia
Ejecución
Medidas
Modelo
Rosca
Conclusiones

5 Obtenga el filete de la punta:

- √ Defina un plano de trabajo paralelo al datum 3 y pasando por el punto final de la hélice cilíndrica (Datum 4)
- √ Dibuje una circunferencia directriz
- √ Obtenga una hélice cónica



ISBN: 978-84-18432-81-1

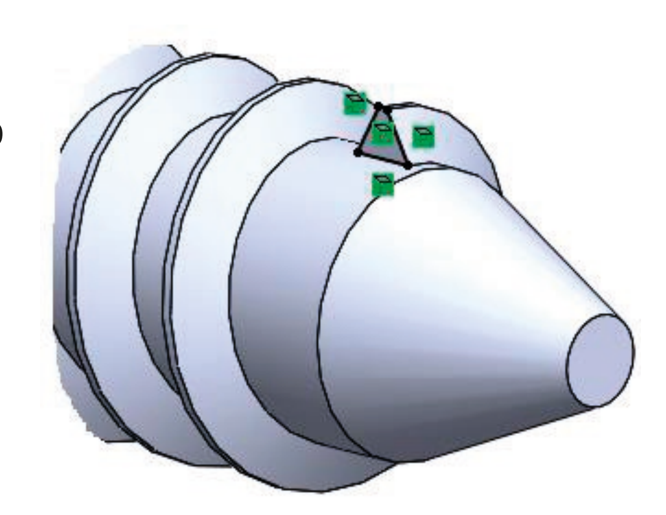
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Rosca geométrica

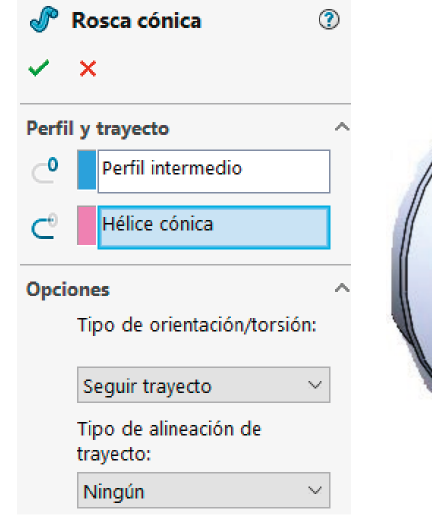
√ Obtenga el perfil

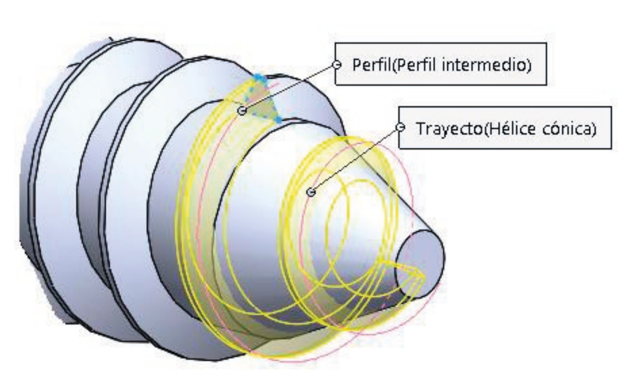
√ Seleccione como plano de trabajo la cara final del filete cilíndrico (Datum 5)

√ Convierta el contorno en entidad de croquis



√ Haga un barrido



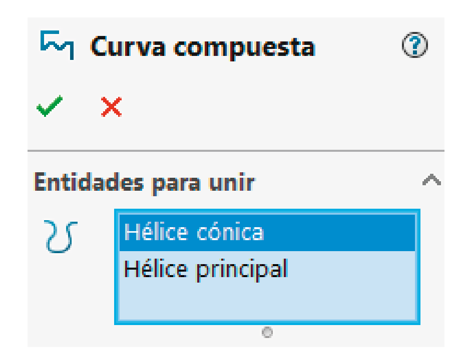


ISBN: 978-84-18432-81-1

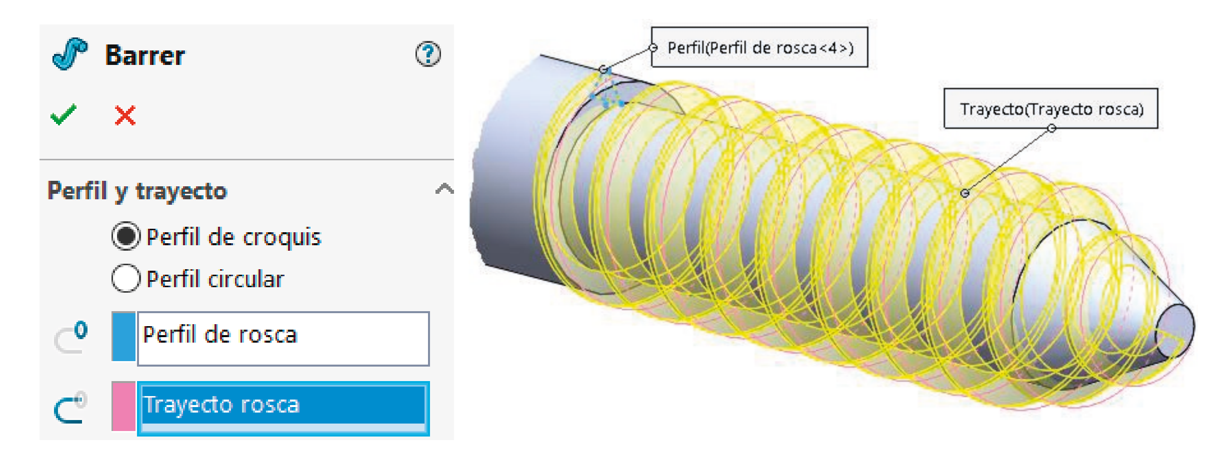
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Es mejor juntar ambas hélices en una *curva compuesta*, y hacer un único barrido para obtener todo el filete de una vez



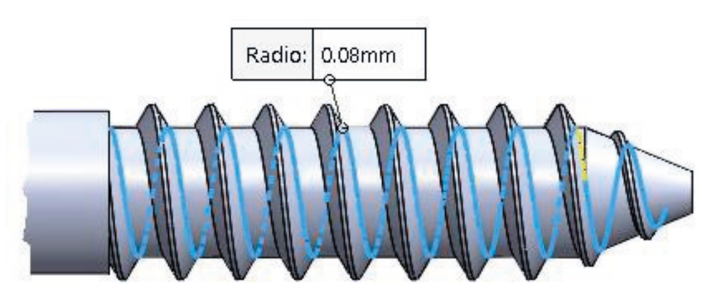
Pero, debido a la transición entre el tramo cilíndrico y el cónico, es posible que el sólido del filete no se pueda fusionar con el resto de la pieza

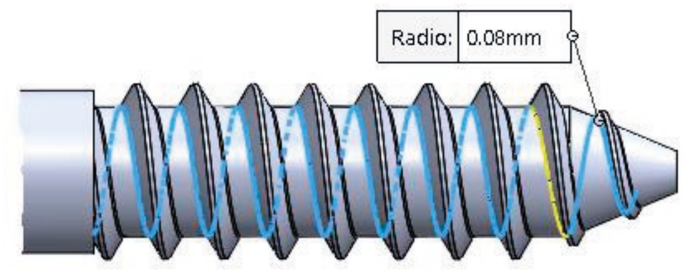


Añada los redondeos del fondo de la rosca:



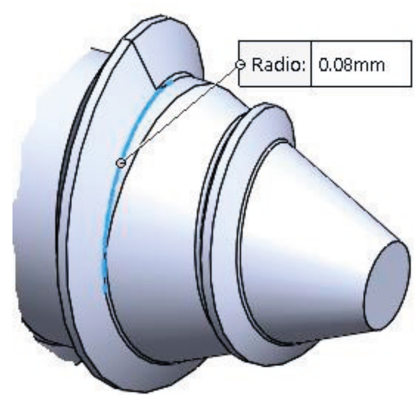
Los redondeos se añaden en operaciones separadas para no sobrecargar el proceso de cálculo

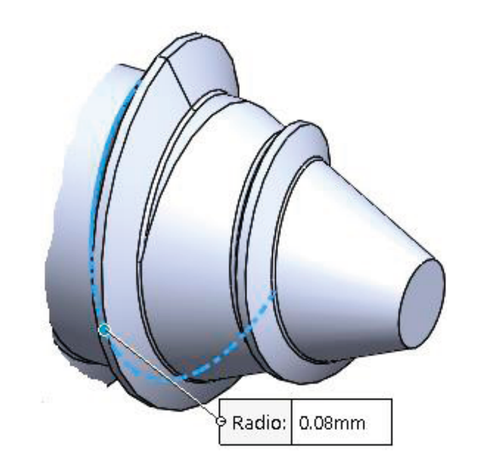






Añada por separado los redondeos de la zona de transición de los fondos





ISBN: 978-84-18432-81-1

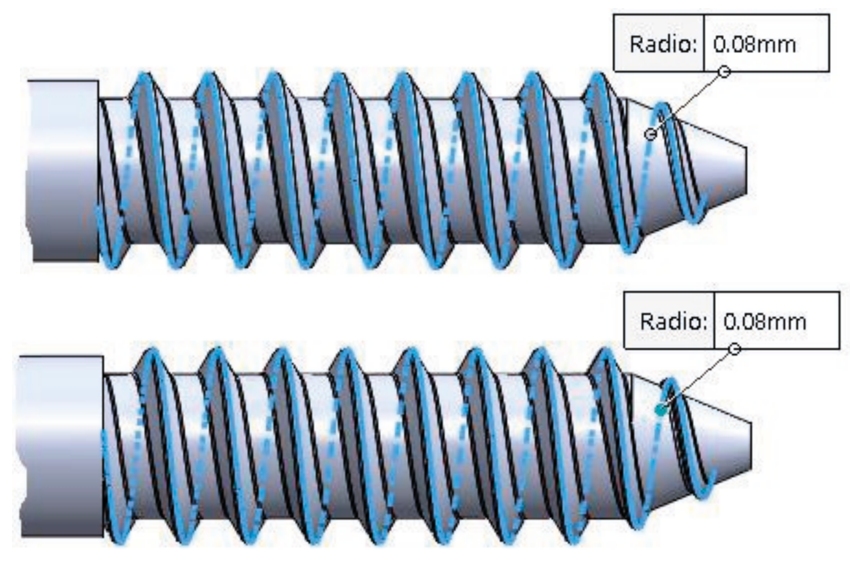
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Rosca geométrica

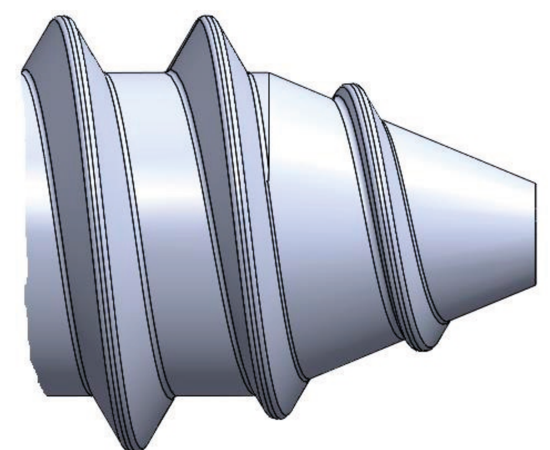
Añada los redondeos de las crestas de la rosca:



Los redondeos de las crestas se modelan sin transición, porque no intersectan con otras operaciones

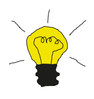


Compruebe que todos los redondeos se han añadido correctamente



ISBN: 978-84-18432-81-1

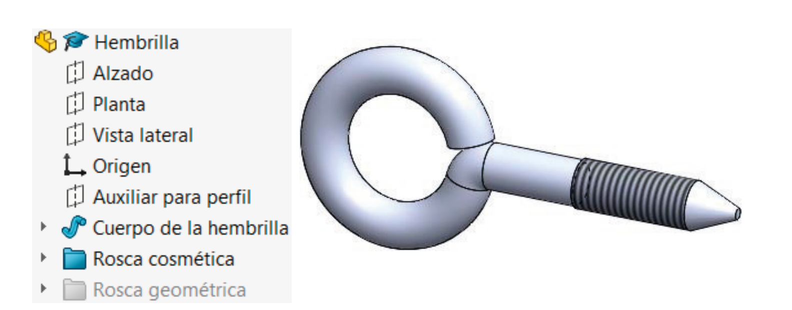
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

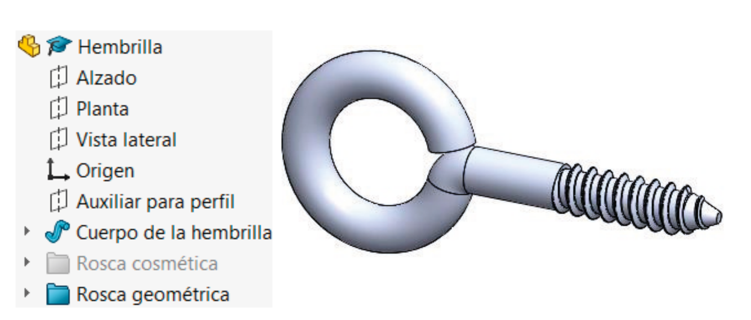


Mantenga una de las dos representaciones de la rosca y suprima la otra

Mantenga la rosca cosmética cuando quiera una representación simplificada

Mantenga la rosca geométrica cuando quiera una representación más real





Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 La forma de la hembrilla se obtiene fácilmente mediante un barrido

¡Pero hay que asegurar que la trayectoria es compatible con el perfil!

2 La rosca autoroscante tiene una geometría diferente a la rosca métrica

3 El modelo incluye dos tramos de rosca, por lo que asegurar la continuidad de los dos tramos de filete de rosca es importante pero difícil

¡Se ha recurrido a modificar la longitud del tramo cilíndrico para que sea múltiplo exacto del paso!

4 Los redondeos complejos deben:

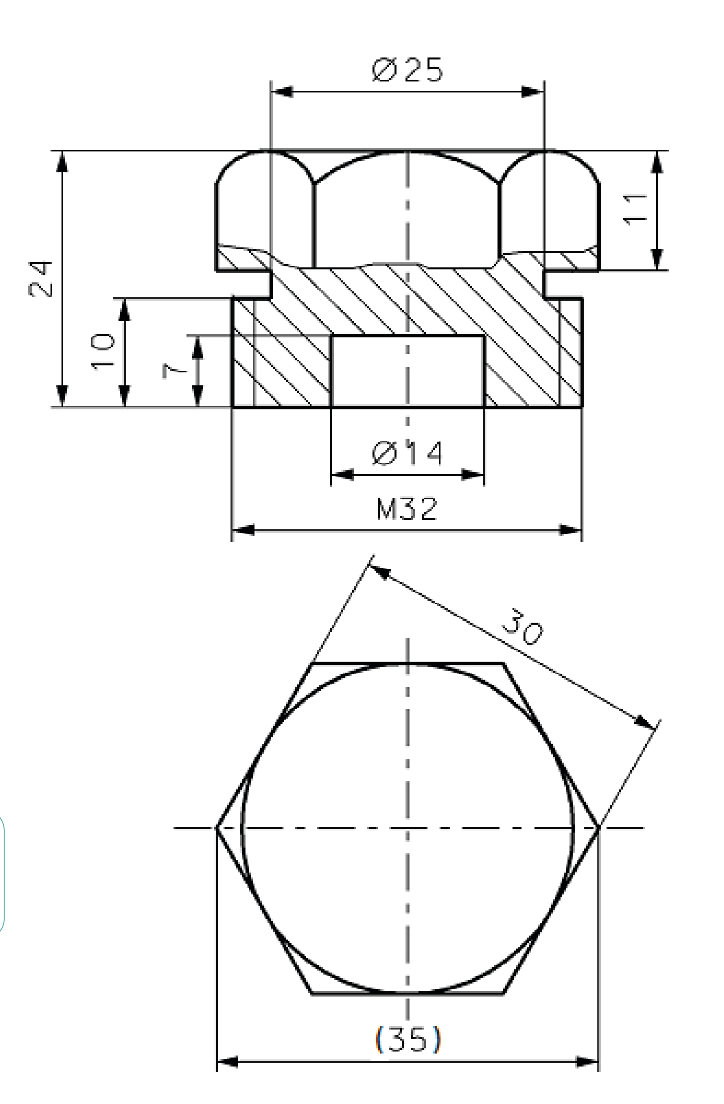
- √ Añadirse al final, porque sobrecargan el cálculo del modelo
- √ Hacerse "por tramos", para evitar los problemas de cálculo que pueden aparecer en las transiciones entre superficies

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

En la figura se representa el dibujo de detalle de un tapón regulador

Se trata de una pieza no estándar, pero contiene elementos normalizados



Obtenga el modelo sólido del tapón regulador

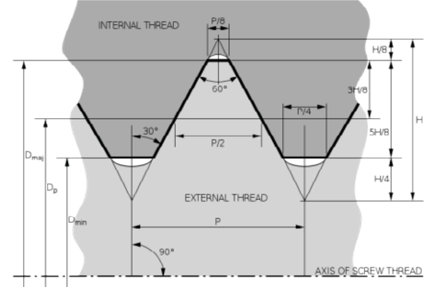
Se puede obtener como variante de una pieza estándar

Por ejemplo, un tornillo, con el que tiene cierta similitud

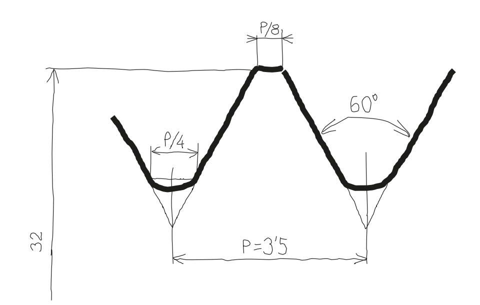
La estrategia consta de dos pasos:

1 Determine las dimensiones de la rosca

Para las dimensiones de la rosca consulte la norma DIN 13 Rosca métrica ISO. Forma y dimensiones (Equivalente a ISO 261 y UNE 17 702)



http://en.wikipedia.org/wiki/ISO_metric_screw_thread



El diámetro 32 mm no está normalizado

Los diámetros normalizados más próximos son 30 y 33 mm

El paso normal de ambos es 3,5 mm

2 Modele la pieza

¡Alternativamente puede obtener el modelo deseado editando una pieza parecida!

Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La estrategia consta de dos pasos:

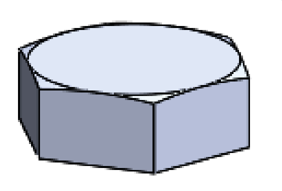
1 Determine las dimensiones de la rosca

2 Modele la pieza

¡Alternativamente puede obtener el modelo deseado editando una pieza parecida!

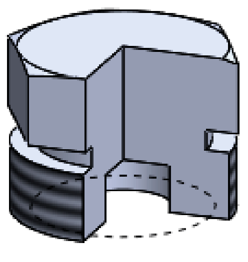
Los pasos para modelar son:

1 Modele la cabeza

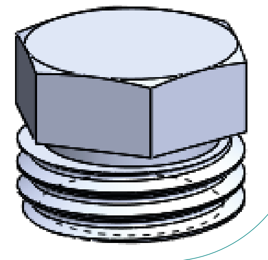


2 Modele la caña

... y añada el hueco inferior



3 Modele la rosca



La estrategia consta de dos pasos:

1 Determine las dimensiones de la rosca

2 Modele la pieza

¡Alternativamente puede obtener el modelo deseado editando una pieza parecida!

Los pasos a seguir pueden ser:

1 Cree una copia del modelo del tornillo del ejercicio 1.9.1

Por ejemplo, abriendo el fichero y salvando con *Guardar como*

2 Modifique la copia siguiendo un orden inverso al del árbol del modelo:

¡Cambiar esta secuencia puede producir modelos intermedios no válidos!

1 Redimensione la rosca
2 Elimine el chaflán
3 Redimensione la caña
4 Redimensione la cabeza
5 Añada la garganta entre la caña y la cabeza
6 Añada el agujero ciego de la base

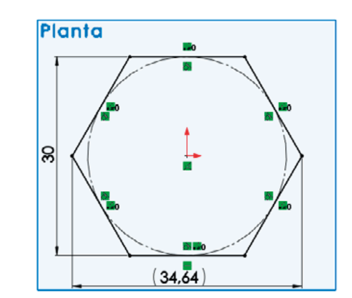
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Modelado
Edición
Conclusiones

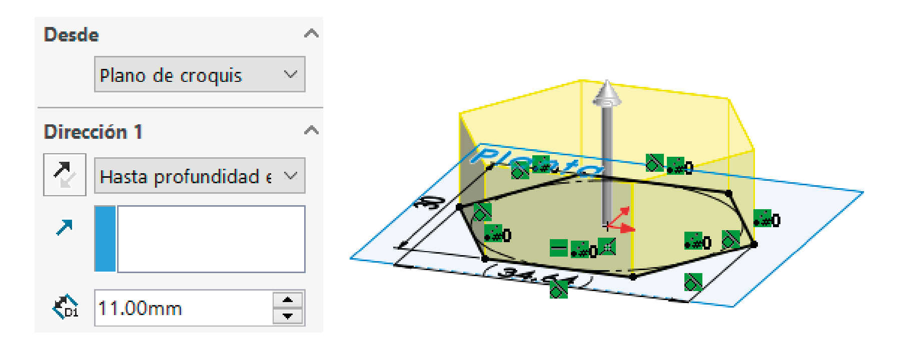
Modele la cabeza

√ Seleccione la planta como plano de trabajo (Datum 1)



√ Dibuje un hexágono regular

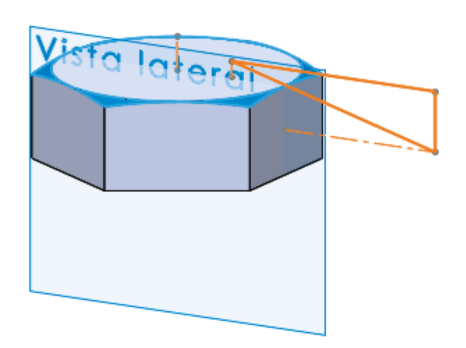
√ Extruya



√ Añada el chaflán de las aristas superiores



¡El chaflán se obtiene como intersección entre un cono y el prisma hexagonal!



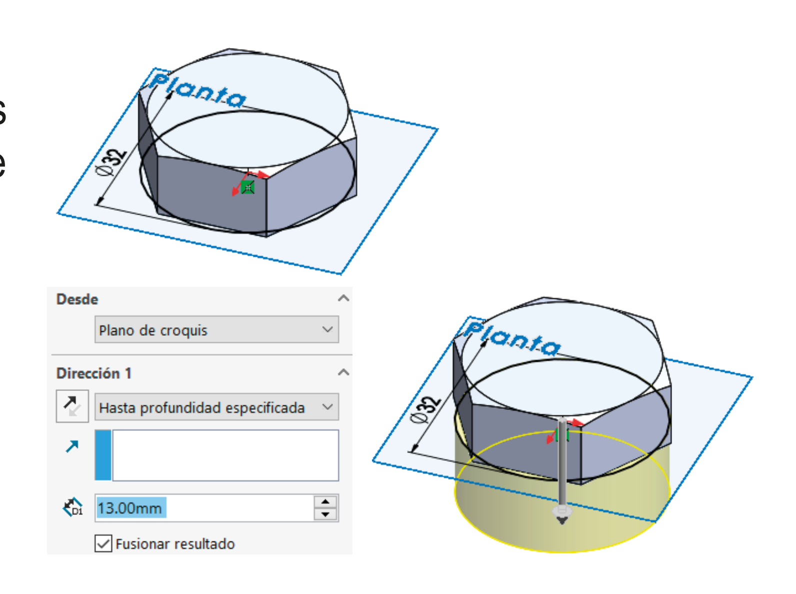
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

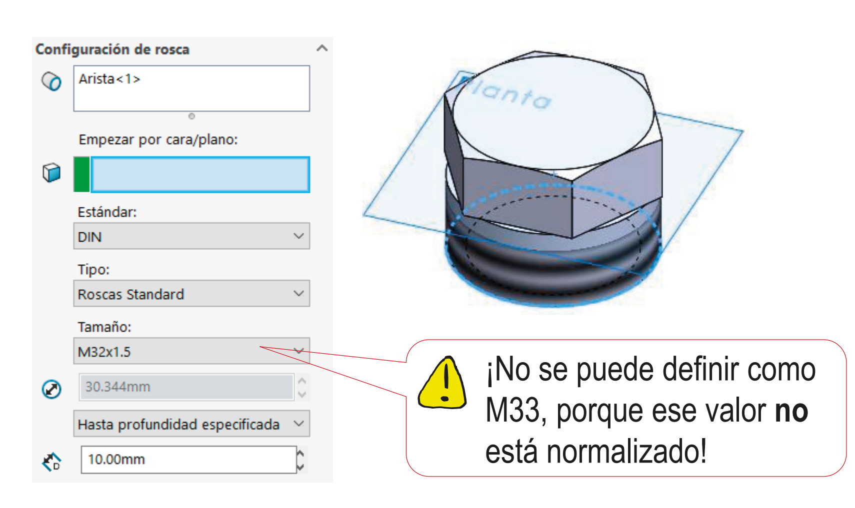
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modele la caña

- Seleccione la planta (es decir, la base inferior de la cabeza) como plano de trabajo (Datum 1)
- Dibuje un círculo
- Extruya



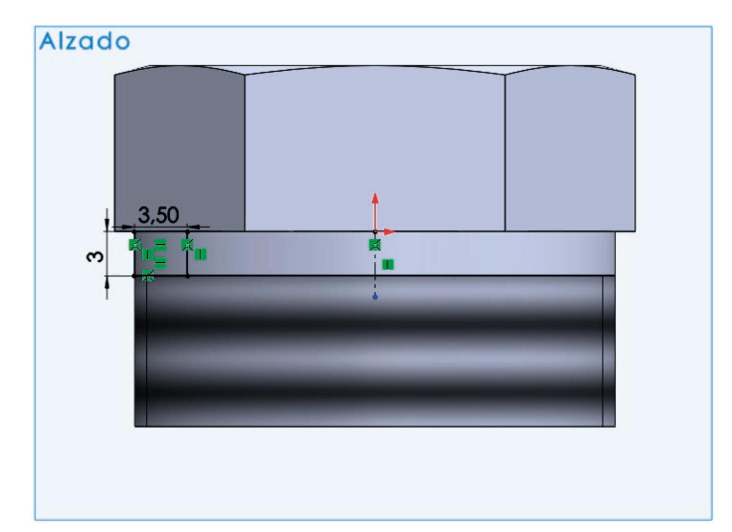
- Seleccione *Rosca cosmética*
- Seleccione la circunferencia del borde cilíndrico donde debe empezar la rosca
- Indique la longitud de la rosca cosmética



ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

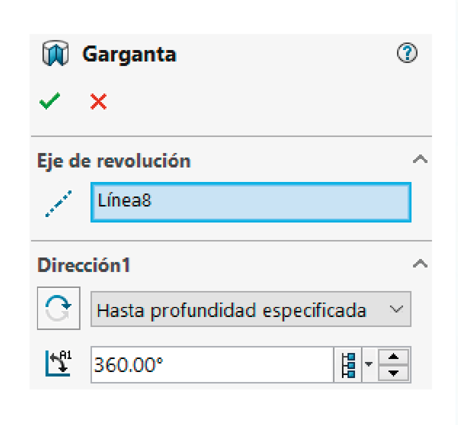
Ejecución: Modelo

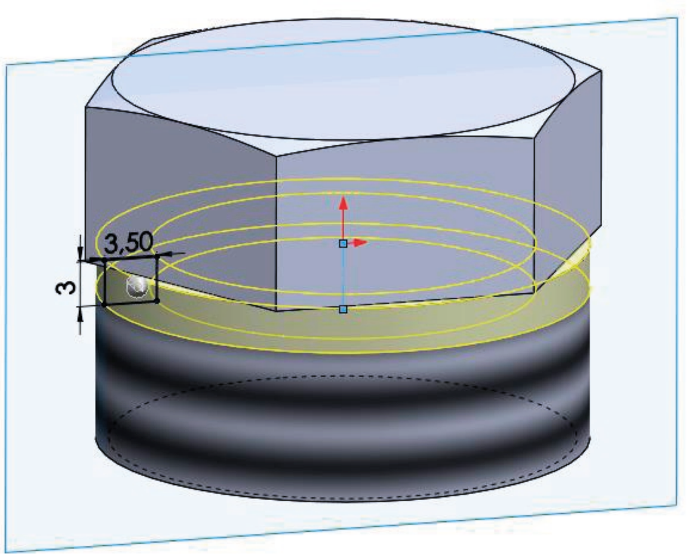
√ Seleccione el alzado como plano de trabajo (Datum 2)



√ Dibuje el perfil de la garganta

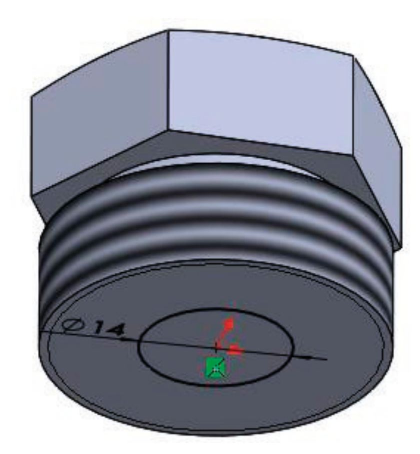
√ Aplique un corte de revolución



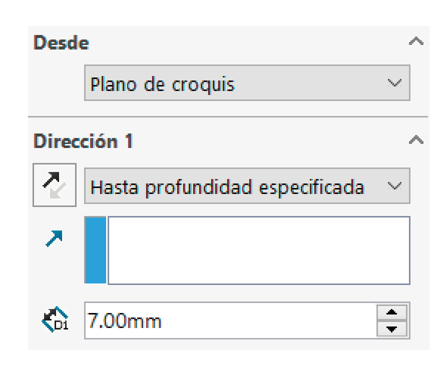


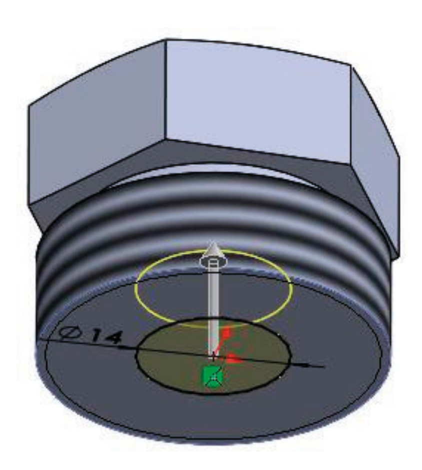
√ Seleccione la cara inferior como plano de trabajo (Datum 3)

√ Dibuje un perfil circular de diámetro 14 mm



√ Aplique un corte extruido





Tarea

Estrategia

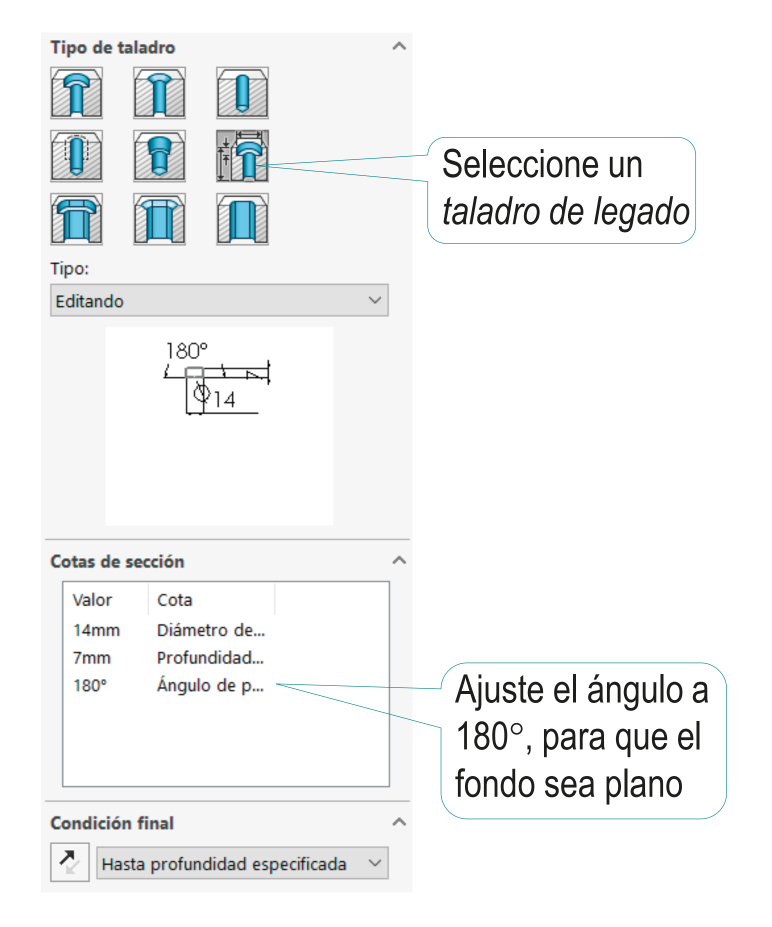
Ejecución

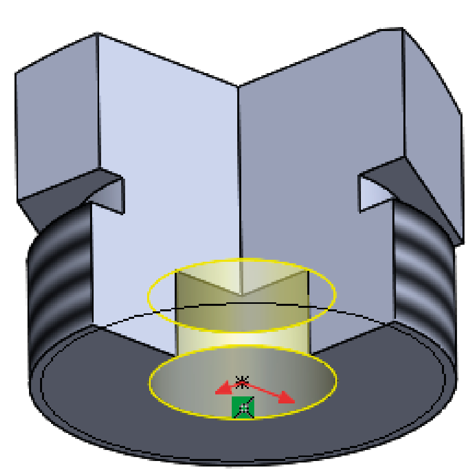
Modelado

Edición

Conclusiones

¡Alternativamente, defina un taladro con el *asistente para taladro*!



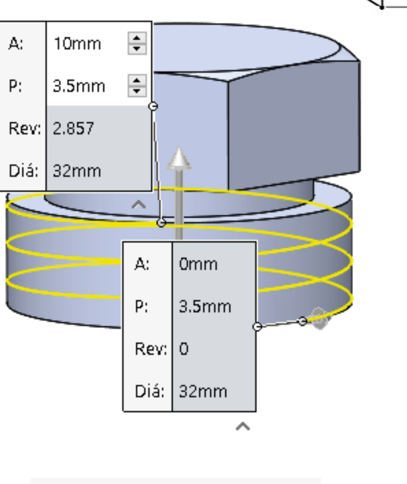


Modele la rosca geométrica

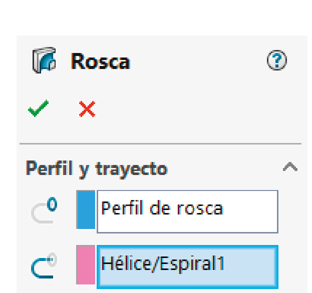
- √ Seleccione el alzado como plano de trabajo (Datum 2)

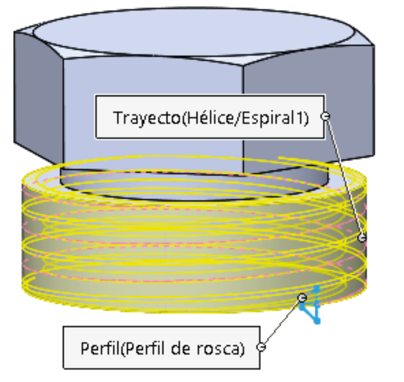
- √ Dibuje, acote y restrinja el perfil de rosca ISO

- √ Dibuje la trayectoria helicoidal



- √ Obtenga un *corte barrido*, con el perfil de rosca y la trayectoria helicoidal





Ejecución: Modelo

Tarea

Estrategia

Ejecución

Modelado

Edición

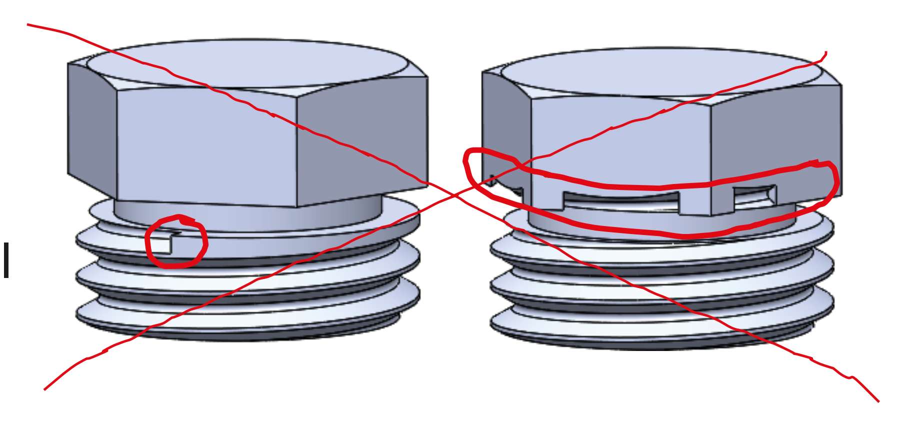
Conclusiones

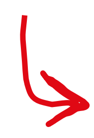


¡Ajuste bien la longitud de la hélice…

…para asegurar que la rosca llega hasta el final de la caña…

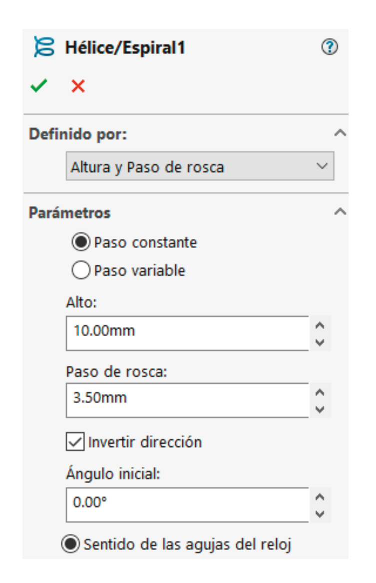
…pero sin llegar a la cabeza!

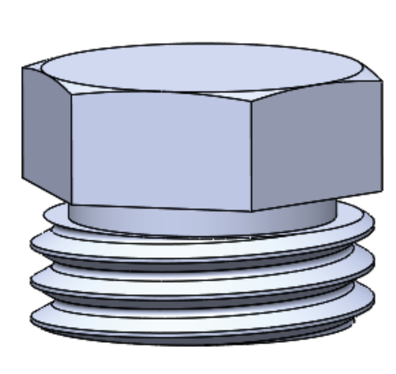




¡Elija los parámetros

- Altura
- Paso de rosca



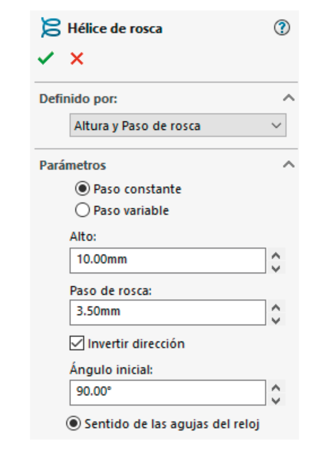


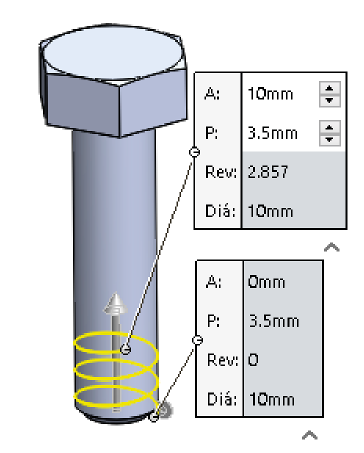
Otra alternativa para obtener el modelo es editar un modelo parecido

¡Puede ser propio, o de librería!

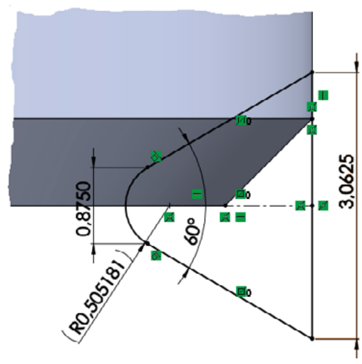
√ Cree una copia del modelo del tornillo del ejercicio 1.9.1

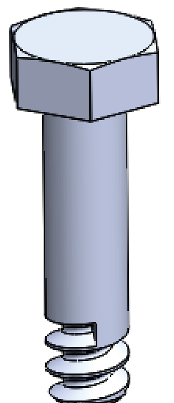
√ Redimensione la rosca, reduciendo la longitud de la hélice de la rosca geométrica y aumentando el paso





√ Actualice las dimensiones del perfil de rosca





CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

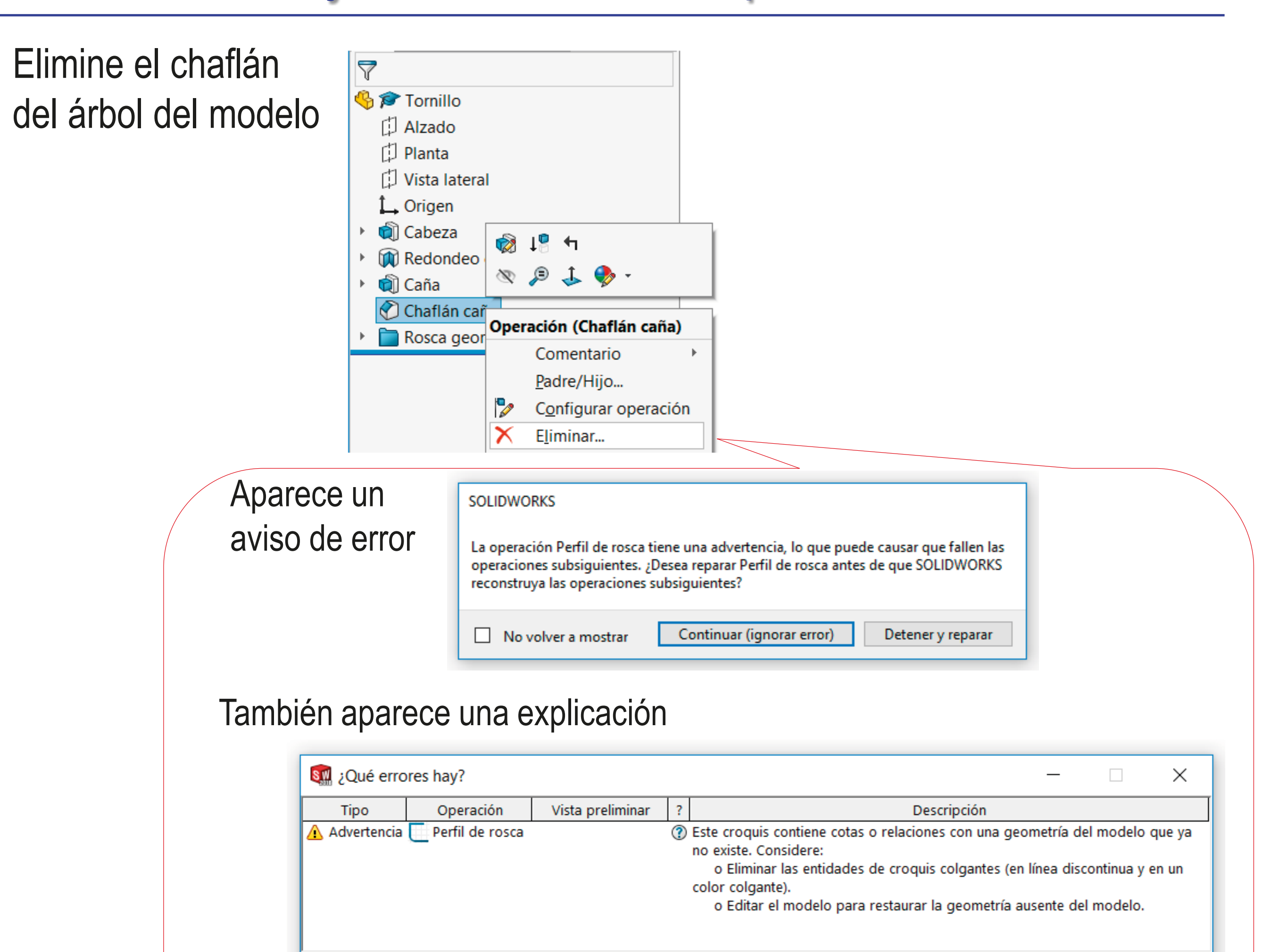
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Modelo por edición

√ Elimine el chaflán del árbol del modelo

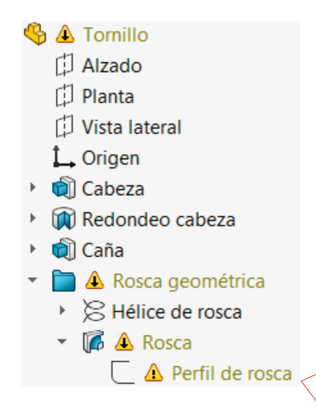
Aparece un aviso de error

También aparece una explicación

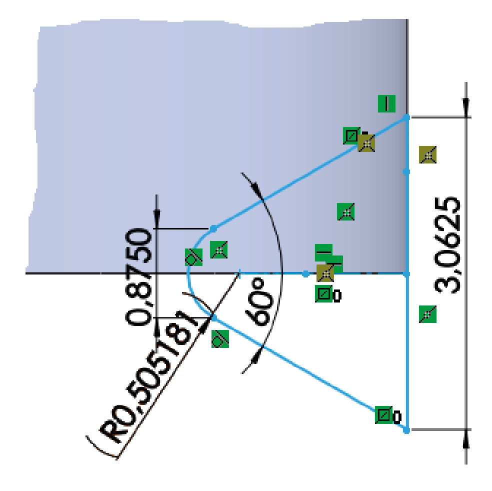


Ejecución: Modelo por edición

√ Edite el perfil de la rosca geométrica, que es el lugar donde aparece el error:



Descubrirá que las líneas auxiliares de referencia ya no tienen sentido



Resuelva el problema vinculando el perfil a la esquina de la caña

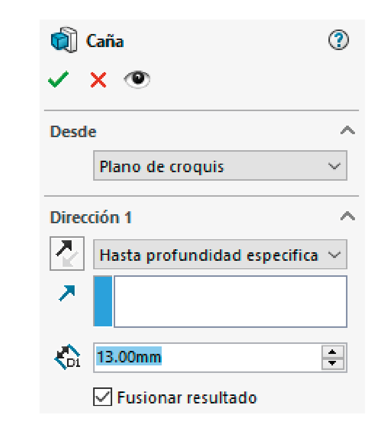
ISBN: 978-84-18432-81-1

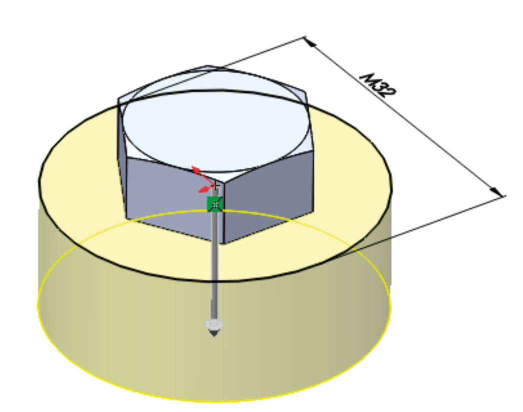
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Redimensione la caña:

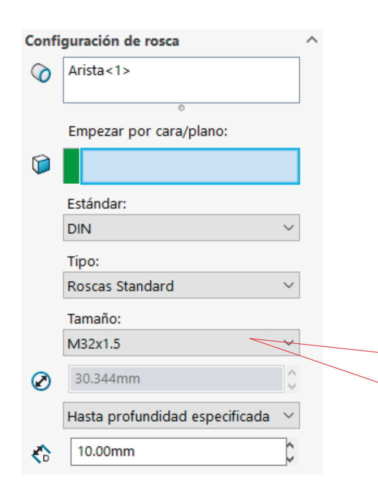
√ Aumente el diámetro

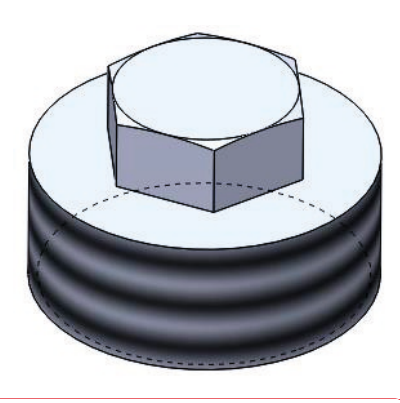
√ Reduzca la longitud





√ Modifique la rosca cosmética





¡No se puede definir como M33, porque ese valor **no** está normalizado!

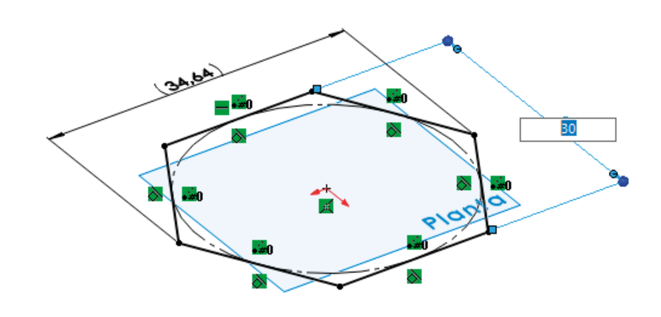
ISBN: 978-84-18432-81-1

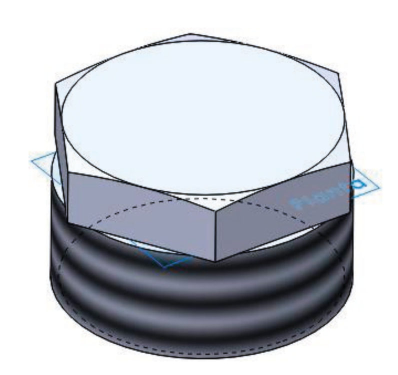
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Modelo por edición

√ Redimensione la cabeza

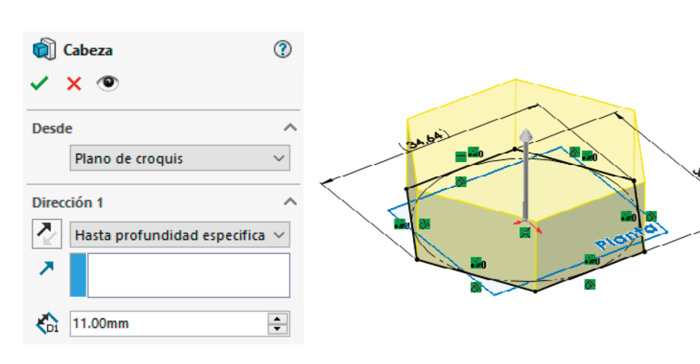
√ Redefina el tamaño del hexágono

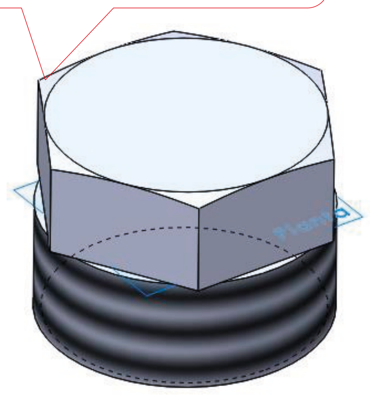




√ Aumente la altura de la cabeza

Si el chaflán hexagonal no estaba bien restringido, puede aparecer un error

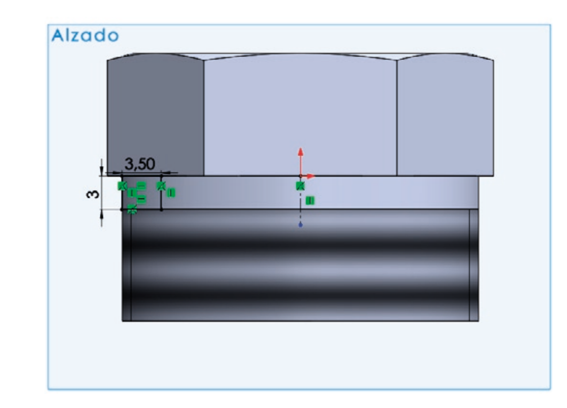




Ejecución: Modelo por edición

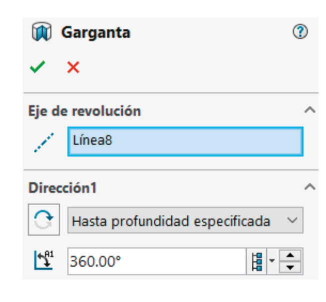
√ Añada la garganta entre la caña y la cabeza:

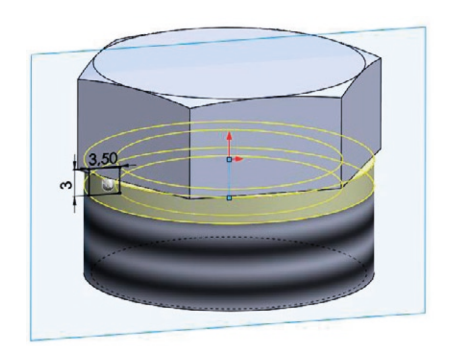
√ Seleccione el alzado como plano de trabajo (Datum 2)



√ Dibuje el perfil de la garganta

√ Aplique un corte de revolución





ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución: Modelo por edición

Tarea

Estrategia

Ejecución

Modelado

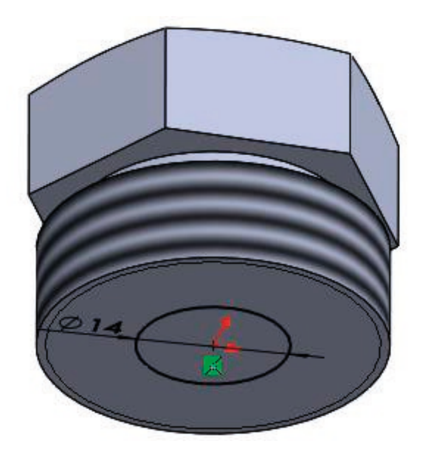
Edición

Conclusiones

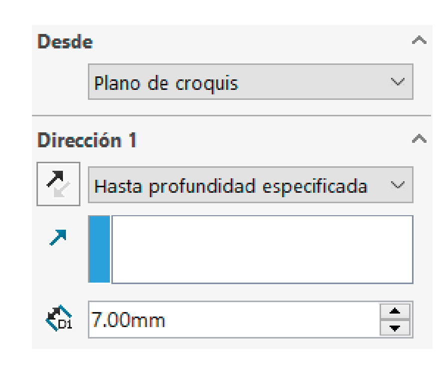
√ Añada el agujero ciego de la base:

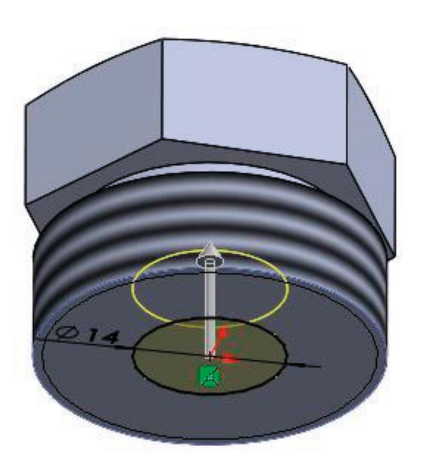
√ Seleccione la cara inferior como plano de trabajo (Datum 3)

√ Dibuje un perfil circular de diámetro 14 mm



√ Aplique un corte extruido





Conclusiones

1 Hay que conocer el detalle de los objetos antes de modelarlos

¡Hay que consultar las normas correspondientes para los elementos estandarizados !

2 Se puede reducir el tiempo de modelado, editando modelos preexistentes

Para ello, se debe cumplir:

- √ El modelo inicial debe estar bien restringido
- √ Se debe elegir una secuencia de cambios que no produzca modelos intermedios no válidos

3 Las piezas estándar se pueden usar como piezas base para crear mediante edición piezas derivadas

¡La edición es compleja, porque las interacciones entre operaciones pueden dar lugar a modelos inválidos al cambiar una operación “padre” de otras que no se haya actualizado aún!

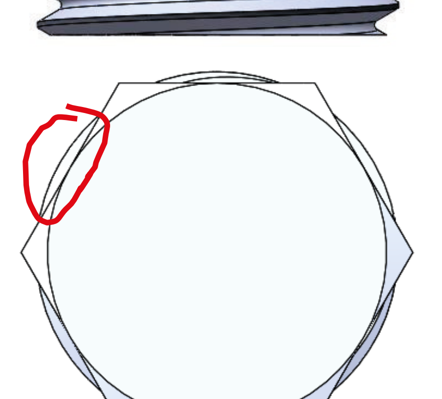
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

4 Observe que el modelo sólido hace muy visible un posible error de diseño que los bocetos iniciales no muestran con claridad:

- √ ¡La caña sobresale de la cabeza!
- √ Por tanto, la cabeza no puede hacer la función de "tapón"



El modelo digital permite detectar errores de geometría que pasan desapercibidos en vistas obtenidas con aplicaciones CAD 2D

Capítulo 1.10. Formatos de representación de modelos CAD

Capítulo 1.10. Formatos de representación de modelos CAD

Introducción

Los formatos de representación son estructuras de datos que sirven para procesar los datos vinculados a las actividades de:

- Crear modelos CAD:

1 Seleccionando la información que es importante, filtrando los detalles irrelevantes

Modelar es elegir los aspectos a representar

Un modelo no es un fenómeno, sino una representación abstracta, y generalmente incompleta, de un fenómeno

2 Representando la información de manera clara y unívoca

Formatear es elegir la manera de representar

- Compartir modelos CAD:

3 Convirtiendo la información de un lenguaje a otro

Traducir es convertir un formato en otro

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción

Introducción

Representación

Formatos

Traductores

Conclusiones

A lo largo del tiempo se han propuesto diferentes formatos, pero ninguno definitivo, porque el problema es complejo

La evolución de las representaciones de formas geométricas está influenciada por:

- Los avances en hardware y software, que permiten el desarrollo de métodos de representación cada vez más potentes y eficiente

Un lenguaje de representación pobre impide representar modelos sofisticados

- La búsqueda de la compatibilidad entre diferentes representaciones, que a menudo es bloqueada por las fuerzas del mercado

Un fabricante de software con tecnología superior no comparte su propiedad intelectual con competidores ni limita su tecnología para garantizar la compatibilidad con representaciones más simples

En consecuencia, intercambiar información entre diferentes representaciones sin perder la fidelidad no siempre es fácil, ni siquiera factible

Tipos de representaciones

Las representaciones de los modelos CAD pueden contener hasta tres tipos de datos:

1 Información geométrica

Sirve para describir las formas geométricas (features) y su localización (datums)

Las representaciones se diferencian tanto por la cantidad de información geométrica que contienen, como por la calidad de esa información

2 Información administrativa

Incluye información de autor, propietario y fecha de creación o edición

Es equivalente al *Bloque de títulos* de los dibujos (Ver lección 3.1)

3 Información de diseño/fabricación

Contiene la descripción de las anotaciones que complementan al modelo (Ver Tema 4)

ISBN: 978-84-18432-81-1

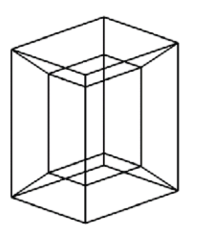
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tipos de representaciones

Introducción
Representación
Geometría
Identificación
Notas
Formatos
Traductores
Conclusiones

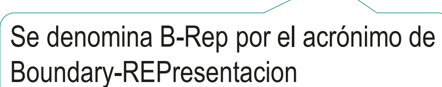
Por la cantidad de información geométrica que incluyen, hay tres tipos principales de representaciones:



1 Aristas y vértices → Modelo alámbrico



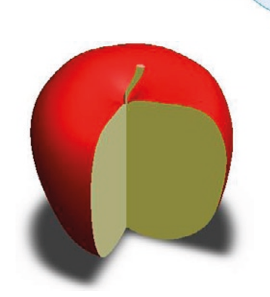
2 La superficie exterior de la forma → Modelo de superficies



Se denomina B-Rep por el acrónimo de Boundary-REPresentacion



3 Todo el volumen sólido → Modelo sólido





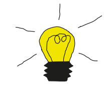
Más detalles sobre tipos de modelos CAD en 1.3

Tipos de representaciones

Por la calidad de la información geométrica,
hay dos tipos de representaciones:

De bajo nivel semántico, cuando **no** contienen información que transmita intención de diseño





Típicamente, la intención de diseño se transmite solo en los modelos procedurales, y lo hace mediante:

- Features
  - En CAD y aplicaciones de ingeniería, los objetos de alto nivel semántico se denominan características o “features” (Ver lección 1.6)
- Árbol del modelo
  - Representar modelos con historia requiere mecanismos para representar el procedimiento para construir el modelo
  - Los modelos procedurales se basan en las relaciones espaciales y topológicas entre los elementos geométricos, que se denominan relaciones entre padres e hijos (ver lección 1.3)



Los modelos sin historia se denominan “mudos” (o explícitos), porque permiten conocer la geometría, pero han perdido la intención de diseño, y la capacidad de ser editados

La información administrativa de identificación del modelo suele agruparse de dos maneras:

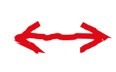
- Muchas representaciones de modelos incluyen una parte inicial de encabezamiento, que contiene información administrativa de:
  - Nombre del documento
  - Aplicación CAD a la que está vinculado
  - Nombre del autor
  - Fecha de creación y/o último acceso

Algunas aplicaciones CAD registran la autoría de toda la actividad, indicando el usuario y la fecha de creación y/o modificación de cada entidad geométrica

Se suele incluir mediante etiquetas y/o metadatos que complementan a la información geométrica

La autoría detallada complementa a la información procedural:

Registrar la secuencia de creación (árbol del modelo) sirve para conservar la historia



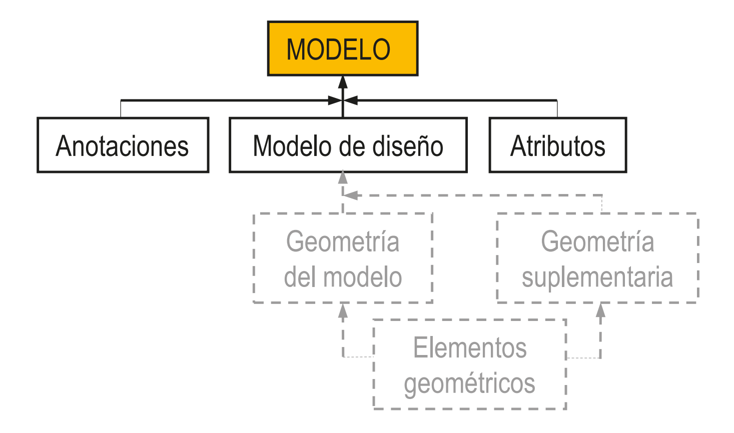
Registrar la autoría (autor y fecha) aporta trazabilidad

ISBN: 978-84-18432-81-1

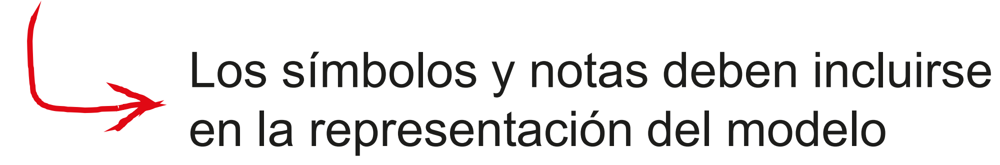
Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tipos de representaciones

Los modelos anotados, son los modelos de diseño enriquecidos con atributos y anotaciones



Las anotaciones son instanciaciones de algunos atributos, que los muestran mediante notas o símbolos





Más detalles sobre Anotaciones en Tema 4

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

El término formato describe cómo se codifica y organiza la información en un medio en particular:

- Una representación de modelo es una estructura de datos que describe la geometría de un objeto

  Y también la información administrativa y las anotaciones

- Desde el punto de vista de la implementación, la estructura de los datos debe ser algorítmica

  De hecho, los formatos para la representación de modelos 3D son subconjuntos especializados de *librerías gráficas*

  Los detalles de programación de las librerías gráficas están fuera del alcance de este libro

  Aunque conocer los conceptos fundamentales que guían su desarrollo ayuda a tomar decisiones informadas al seleccionar la representación más adecuada para un propósito particular

- Las representaciones combinan información simbólica con información numérica

  Cuantos más datos simbólicos contenga la representación, mejor transmite información precisa

Formatos

Las estructuras de datos dan lugar a lenguajes, que se formalizan mediante sintaxis, que determinan los modos de combinarse y ordenarse la información dentro de los formatos:

- Son lenguajes de programación

  Por lo que transmiten secuencias de órdenes, en forma de algoritmos

- Usan etiquetas para asignar significado al texto

  <etiqueta> texto vinculado a la etiqueta;

  Las etiquetas son textos con significado predefinido

  Las etiquetas se identifican mediante una codificación, por ejemplo por estar encerradas entre signos de menor y mayor

  Los textos vinculados a etiquetas se delimitan mediante marcadores

- Son lenguajes estructurados, por lo que la posición del texto afecta a su significado

  <etiqueta1> texto vinculado a la etiqueta1
  <etiqueta2> texto vinculado a la etiqueta 2;;

  Se sangran las etiquetas para visualizar las relaciones jerárquicas entre diferentes partes del texto

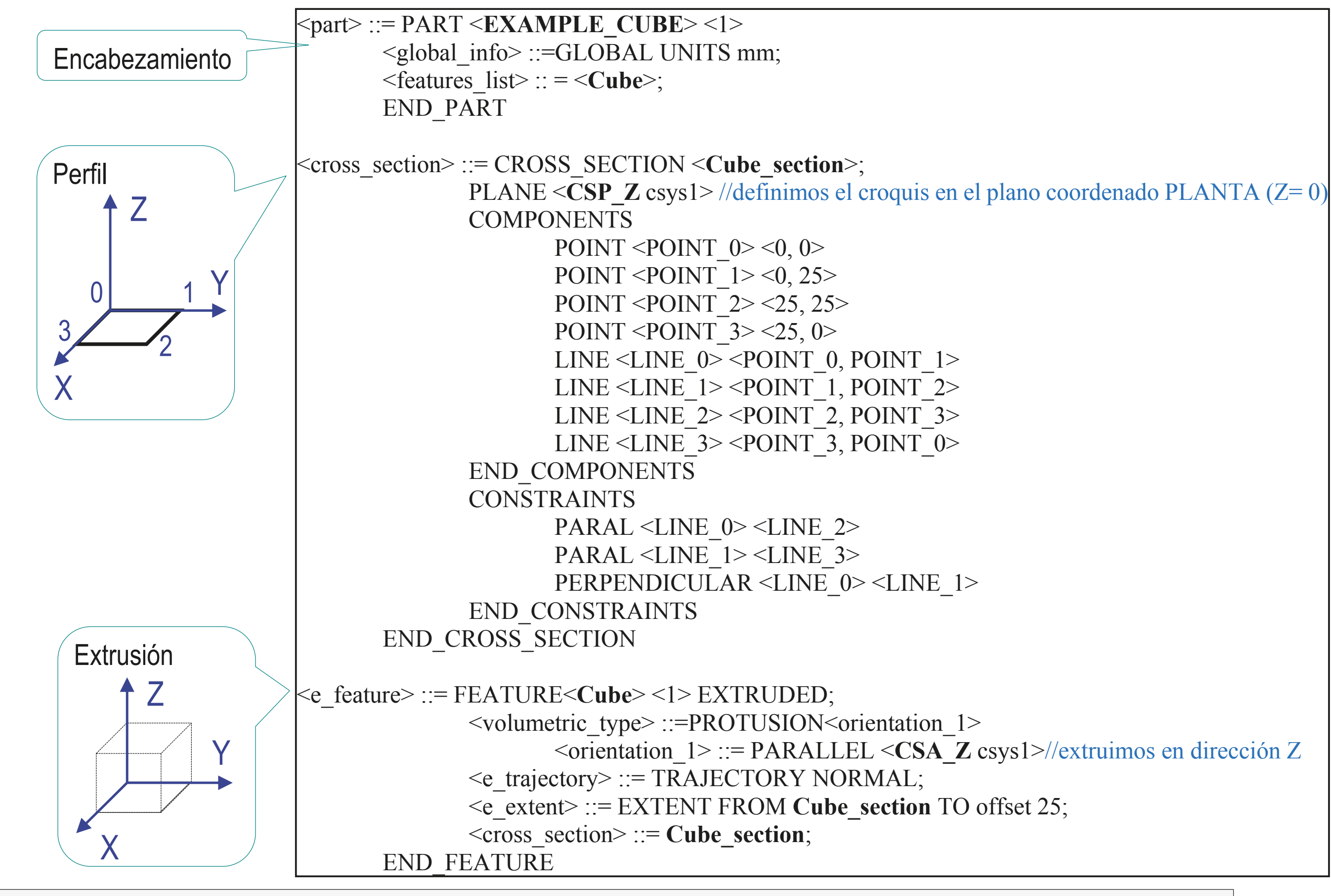
  Se anidan las etiquetas cuando se quiere que una etiqueta forme parte del texto vinculado a otra etiqueta

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Formatos

La figura muestra un cubo obtenido por extrusión de un cuadrado representado en el lenguaje EREP:




```
<part> ::= PART <EXAMPLE_CUBE> <1>
        <global_info> ::=GLOBAL UNITS mm;
        <features_list> :: = <Cube>;
        END_PART

<cross_section> ::= CROSS_SECTION <Cube_section>;
                PLANE <CSP_Z csys1> //definimos el croquis en el plano coordenado PLANTA (Z= 0)
                COMPONENTS
                        POINT <POINT_0> <0, 0>
                        POINT <POINT_1> <0, 25>
                        POINT <POINT_2> <25, 25>
                        POINT <POINT_3> <25, 0>
                        LINE <LINE_0> <POINT_0, POINT_1>
                        LINE <LINE_1> <POINT_1, POINT_2>
                        LINE <LINE_2> <POINT_2, POINT_3>
                        LINE <LINE_3> <POINT_3, POINT_0>
                END_COMPONENTS
                CONSTRAINTS
                        PARAL <LINE_0> <LINE_2>
                        PARAL <LINE_1> <LINE_3>
                        PERPENDICULAR <LINE_0> <LINE_1>
                END_CONSTRAINTS
        END_CROSS_SECTION

<e_feature> ::= FEATURE<Cube> <1> EXTRUDED;
                <volumetric_type> ::=PROTUSION<orientation_1>
                        <orientation_1> ::= PARALLEL <CSA_Z csys1>//extruimos en dirección Z
                <e_trajectory> ::= TRAJECTORY NORMAL;
                <e_extent> ::= EXTENT FROM Cube_section TO offset 25;
                <cross_section> ::= Cube_section;
        END_FEATURE
```



Más detalles sobre EREP en el ejercicio 1.10.2

Formatos

El formato propio de SolidWorks tiene inconvenientes similares a los de la mayoría de los formatos de las aplicaciones CAD 3D:

- El formato *.sldprt* es de código cerrado, de propiedad y licencia de Dassault Systemes
- No está escrito en texto plano (sino en código binario), por lo que no se puede leer al abrirlo con un editor de texto
- Es código propietario, porque para acceder a su contenido hay que utilizar la aplicación de SolidWorks

Mediante licencia, se puede obtener información para leer y/o escribir ficheros .sldprt desde otras aplicaciones CAD

También se pueden usar visores, para ver el contenido

Los visores son aplicaciones desarrolladas por SolidWorks, gratuitas y de libre disposición…

…pero que no permiten editar los modelos

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Formatos

Introducción

Representación

Formatos

Traductores

Conclusiones

Hay formatos de texto plano y código abierto que triunfan…

VRML permite describir objetos 3D y combinarlos en escenas:

- √ Está orientado a representación de entornos interactivos y contenidos multimedia
- √ Puede representar animaciones
- √ Se ha utilizado en aplicaciones culturales, científicas, comerciales, educativas, etc.
- √ Está normalizado (ISO/IEC 14772)

X3D es el sucesor de VRML:

Es un lenguaje informático para gráficos vectoriales definido por la norma ISO/IEC 19775:2008, que puede emplear tanto una sintaxis similar a la de XML como una del tipo de VRML

```
<Scene>
  <Shape>
    <IndexedFaceSet coordIndex="0 1 2 3">
      <Coordinate point="0 0 0
                         1 0 0
                         1 1 0
                         0 1 0"/>
    </IndexedFaceSet>
  </Shape>
</Scene>
```

…pero no son apropiados para CAD 3D

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Traductores

Los traductores son las herramientas que convierten modelos CAD de una representación a otra

Se necesitan traductores porque:

- Existen diferentes formatos, y muchos usuarios de aplicaciones CAD necesitan intercambiar información

  El término *traducción* se refiere al *intercambio* e *interoperabilidad* de modelos 3D entre diferentes sistemas y formatos

- La capacidad de convertir datos de una representación a otra es fundamental en muchas áreas:
  - Las empresas de ingeniería a menudo deben manipular modelos 3D de varios tipos y versiones que reciben de proveedores o socios
  - Las revisiones de diseño de productos y los estudios ergonómicos en entornos virtuales requieren traducir el modelo CAD nativo en una representación que sea apropiada para aplicaciones en tiempo real
  - Preparar un modelo para la impresión 3D requiere convertir la geometría a un formato específico que pueda ser procesado por el hardware
  - Etcétera

Traductores

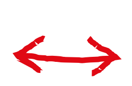
Hay diferentes cuestiones que condicionan las estrategias para definir traductores:

- En general, el objetivo del intercambio de modelos es garantizar que la información que se recibe cumpla tres criteritos de calidad que pueden ser contradictorios:
  - Precisa
  - Completa
  - Compatible

Además, estos tres criterios se pueden ampliar hasta los seis criterios de calidad estudiados en las lecciones 1.1 a 1.6

- La dificultad de convertir modelos es variable:

Convertir un modelo de un formato a otro es relativamente simple si ambos usan el mismo tipo de representación (granularidad) y las especificaciones de los formatos están disponibles



La traducción puede volverse más desafiante, imprecisa y, en algunos casos, imposible si el modelo debe convertirse de un tipo de representación a otro

- Las traducciones requieren procesar datos tanto *simbólicos* como *numéricos*

Lo que puede causar errores, ya que los sistemas pueden interpretar la geometría de manera diferente y calcularla con diferente precisión

Traductores

El término granularidad se usa para indicar que diferentes aplicaciones CAD descomponen los modelos CAD en subestructuras de diferente complejidad

Granularidad gruesa		Granularidad fina
Algunos sistemas incluyen la posición y la orientación junto con la definición del sólido creado por una operación de modelado	⟷	Otros sistemas usan operaciones adicionales para indicar la posición y la orientación de los sólidos previamente creados
Algunos sistemas solo permiten crear construcciones completamente restringidas, aún a costa de usar opciones predeterminadas	⟷	Otros sistemas permiten crear esquemas o características poco restringidas, lo que permite un ajuste fino posterior del modelo en términos de operaciones de nivel inferior

Pratt M.J., Kim J. (2006) Experience in the Exchange of Procedural Shape Models using ISO 10303 (STEP) : SPM '06: pp. 229–238. DOI: 10.1145/1128888.1128920

Para convertir modelos entre formatos con diferente granularidad:

Una sola operación de granularidad más gruesa debe convertirse en un conjunto de operaciones de granularidad más fina, o viceversa → Por tanto, un formato que se adapta a diferentes granularidades es ventajoso

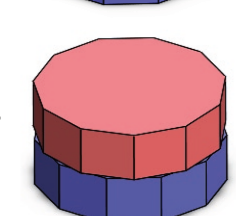
Traductores



Maximizar los datos simbólicos exactos es un criterio crítico para el éxito de los formatos CAD

- Muchas implementaciones y operaciones de modelado siguen siendo inexactas, lo que puede provocar errores

Representar un cilindro como un prisma de muchas caras puede ser una simplificación aceptable…



…pero dará lugar a una transición discontinua si dos cilindros apilados se representado mediante prismas cuyos vértices no coinciden

- La dificultad parece tener su origen en la interacción de datos simbólicos exactos y numéricos aproximados

Christoph M. Hoffmann. Geometric and Solid Modeling. The Morgan Kaufmann Publishing, 1989

Traductores

Las alternativas clásicas para elaborar traductores son:

1. Comunicación directa entre sistemas CAD
2. Traductores específicos entre sistemas CAD

La única diferencia entre ambas alternativas es que en la primera el traductor está implementado dentro de la propia aplicación CAD y en la segunda es externo

Pero algunos traductores externos funcionan aunque ambos sistemas CAD no estén instalados

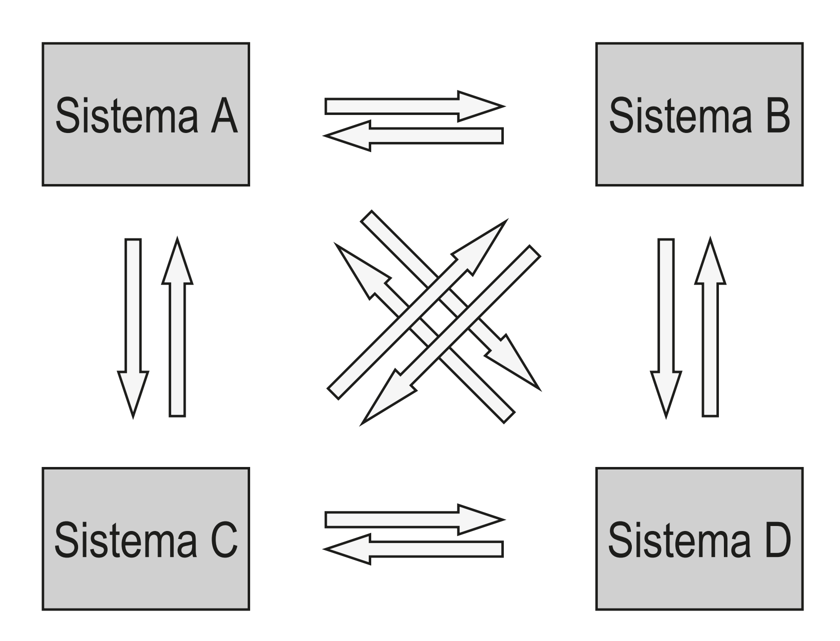
3. Formatos neutros de intercambio

Una alternativa más moderna es utilizar traductores “inteligentes”, que garantizan la conversión de la geometría muda, y la complementan con un reconocimiento posterior de la información de alto nivel semántico

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Las alternativas directas requieren desarrollar un traductor para cada posible intercambio



Principales inconvenientes:

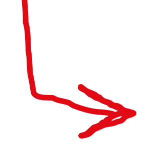
- ✗ Se necesitan muchos traductores
- ✗ Hay que actualizarlos tras cada avance en cada CAD 3D

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Traductores directos

Se recurre a esta solución cuando se necesita imperiosamente traducir datos de forma masiva entre dos aplicaciones concretas



Hay empresas que ofrecen aplicaciones que pueden leer datos de un sistema CAD y escribir información legible para otro sistema CAD

Esta alternativa tiene inconvenientes:

- ✗ Estos traductores tienen sus propios formatos intermedios
- ✗ Durante los diferentes procesos de traducción se suele perder información de alto nivel de los modelos o ensamblajes
- ✗ Estos traductores no perduran

Algunos de estos formatos *casi* se llegan a convertir en estándares de facto durante un corto periodo de tiempo

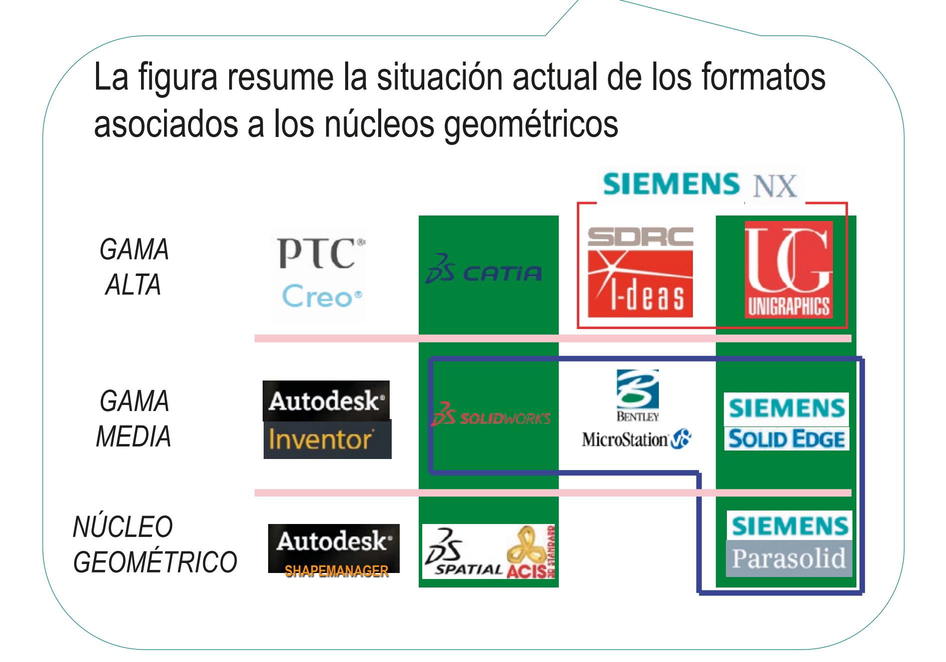
Un ejemplo actual de traductor directo polivalente es 3D InterOP®:

- √ Es un conjunto de herramientas de desarrollo de software de traducción de datos CAD 3D
- √ Permite importar y exportar datos 3D
- √ Admite el intercambio de archivos 3D entre los principales formatos de intercambio de datos CAD 3D
- √ Admite el intercambio de datos 3D CAD/CAM para cualquier modelador, incluidos 3D ACIS Modeler, CGM Core Modeler y Parasolid
- √ Incluye algoritmos para reparar la geometría, la topología y las tolerancias debidas a la precisión de los datos numéricos

Traductores directos

Un caso particular de comunicación directa es cuando ambas aplicaciones comparten el núcleo geométrico

La figura resume la situación actual de los formatos asociados a los núcleos geométricos



En estos casos, la comunicación es rápida, pero en muchos casos se pierde información de alto nivel semántico

Solo se intercambian modelos B-Rep

Traductores directos



Los dos núcleos geométricos (kernel) más difundidos dan lugar a los formatos nativos más utilizados:

- ACIS de Spatial Technology (http://www.spatial.com)



  - ACIS define dos formatos de archivo:
    - Sat formato de archivo de texto — http://paulbourke.net/dataformats/sat/sat.pdf
    - Sab formato de archivo binario (contiene información idéntica al texto, pero es más compacto)
  - ACIS es soportado como formato de intercambio por muchas herramientas CAD (incluso con diferentes núcleos)
  - Datos sobre la versión actual disponibles en: http://doc.spatial.com/index.php/ACIS_Release_Notes

- Parasolid de SIEMENS (http://www.parasolid.com)



  - PARASOLID define dos formatos de archivo:
    - .x_t formato de archivo de texto — https://cadexchanger.com/parasolid/
    - .x_b formato de archivo binario
  - Hay estimaciones de que el 45% de los modelos CAD nativos son PARASOLID
  - Utilizado en: Solid Edge, SolidWorks, ANSYS, Mechanical Dynamics, Bentley

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Traductores directos

SolidWorks permite gestionar las traducciones directas manteniendo un vínculo con ciertos ficheros originales

La herramienta *SolidWorks 3D Interconect* tiene las siguientes características:

- √ El vínculo es unidireccional, porque los cambios en el fichero original se reflejan en el traducido, pero no ocurre al revés
- √ El vínculo impide editar el formato traducido, por estar supeditado al original
- √ El vínculo está operativo para una lista limitada de formatos:

Formatos	Formatos de archivo	Versiones de formato
ACIS	.sat, .sab, .asat, .asab	r1-2018 1.0
Autodesk® Inventor	.ipt (V6 – V2018) .iam (V11 – V2018)	V11 – 2018
CATIA® V5	.CATPart, .CATProduct	V5R8 – V5-6R2019
DXF™/ DWG™	.dxf, .dwg	2,5 – 2019
IFC	.ifc, .ifczip	IFC 2x3, IFC 4
IGES	.igs, .iges	Hasta la versión 5.3
JT	.jt	JT 8.x, 9.x y 10.x
PTC®	.prt, .prt.*, .asm, .asm.*	Para Pro/ENGINEER® 16 – Creo 6.0
Solid Edge®	.par, .asm, .psm	V18 – ST10
STEP	.stp, .step	AP203, AP214, AP242
Software NX™	.prt	11 – NX 1847

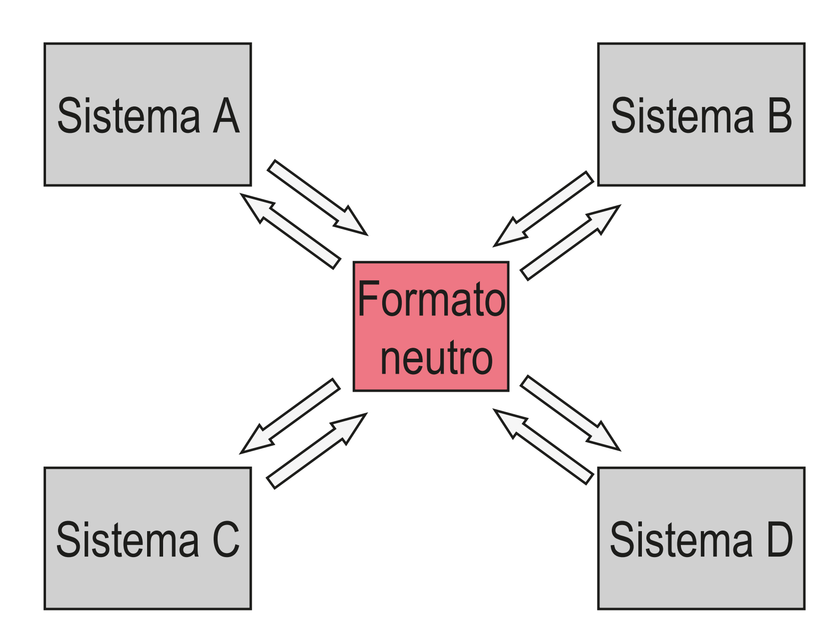
Observe que también gestiona algunos formatos neutros

- √ La funcionalidad está activa por defecto

Pero se puede configurar en *Herramientas-> Opciones-> Importar*

Traductores neutros

La otra alternativa son los formatos neutros:



Principales inconvenientes:

- ✗ Se desarrollan muy despacio, porque requieren acuerdos casi universales

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

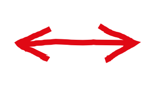
Traductores neutros

Introducción
Representación
Formatos
Traductores
Directos
Neutros
Inteligentes
Conclusiones

Un ejemplo reciente es Jupiter Tesellation (JT):

- √ Diseñado originalmente por Engineering Animation Inc. y Hewlett Packard, y adquirido después por UGS
- √ Se convirtió en norma ISO en 2012, y su segunda versión se publicó en 2017 (ISO 14306:2017)
- √ En un estándar “de facto” para la industria automovilística, que lo emplea para visualización de modelos CAD
- √ En la actualidad se está apostando por combinarlo con STEP, para aprovechar su principal fortaleza:

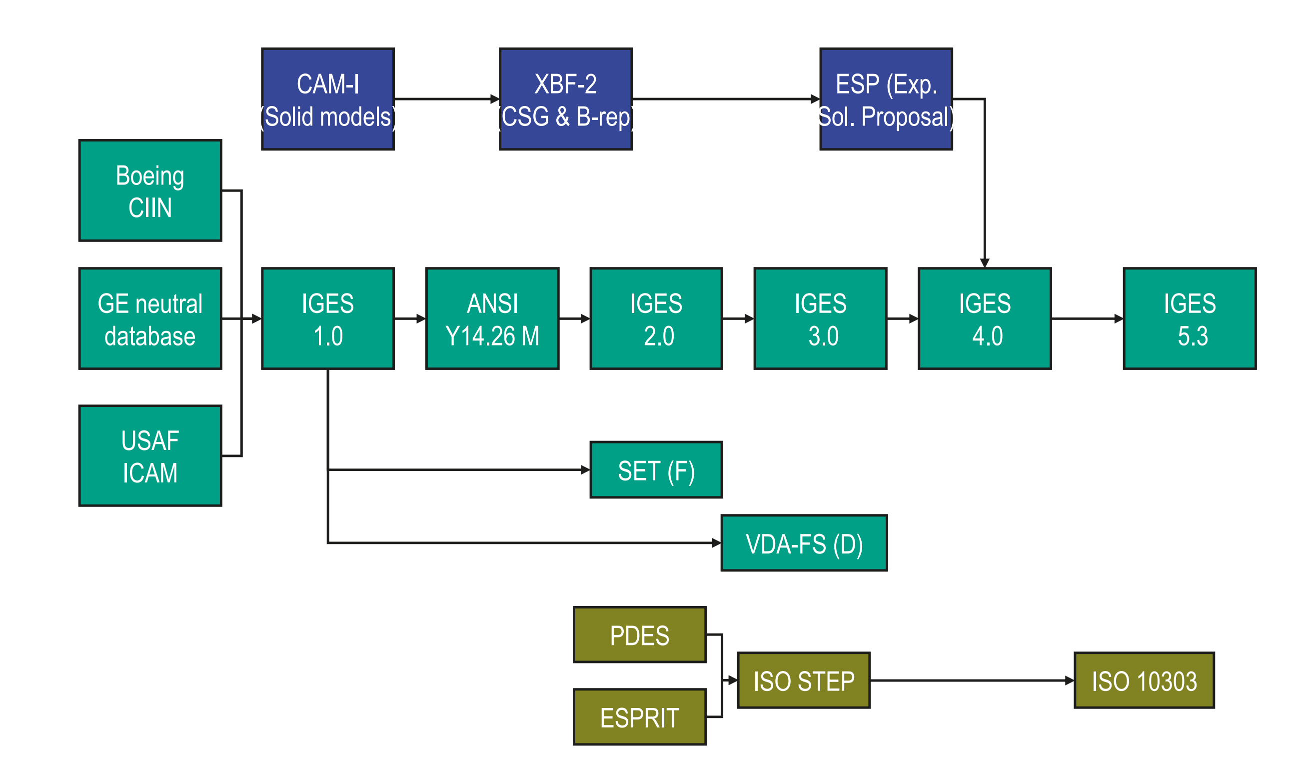
No tiene la capacidad de contener información procedural



Es muy compacto y eficiente representando modelos mudos

- √ Se propone no solo para intercambio, sino también para archivo a largo plazo y como formato nativo

Un diagrama resumen de la evolución histórica de los traductores neutros muestra la lenta evolución y la falta de acuerdo:



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

IGES ha sido el formato neutro más extendido hasta la implantación de STEP:

√ IGES es un acrónimo de *Initial Graphics Exchange Specification*

Especificación de Intercambio Inicial de Gráficos

√ Es un formato de archivo informático que define un formato neutral de datos que permite el intercambio digital de información entre sistemas CAD

√ Publicado por primera vez en enero de 1980 por el National Institute of Standards and Technology como NBSIR 80-1978

√ Muchos documentos se refieren a él como ASME Y14.26M

Es la designación del comité ANSI que aprobó la versión 1.0 del IGES

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Un ejemplo sencillo ilustra lo rígida que es la sintaxis de IGES:

La información está ordenada en secciones

CABECERA

```
SolidWorks IGES file using analytic representation for surfaces········S······1
```

ENTRADA DE DATOS

```
1H,,1H;,15HCylinder.SLDPRT·····································G······1
·····110·······1·······0·······0·······0·······················01010000D······1
·····110·······0·······0·······1·······0·····························0D······2
```

PARÁMETROS

```
110,0.,10.,0.,0.,-990.,0.;·····································3P······1
```

Cada entidad geométrica está definida por veinte parámetros dispuestos secuencialmente en dos líneas consecutivas de código

Las columnas 1 a 8 representan el tipo de entrada (una línea), las columnas 9 a 16 representan un puntero …

La información está codificada

Por ejemplo, una línea recta se indica con el código 110

Traductores neutros



Esta rigidez es herencia de las limitaciones de los lenguajes informáticos en la época en la que se creo IGES…

El encolumnado es rígido

```
        1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
CABECERA      SolidWorks IGES file using analytic representation for surfaces········S·····1
ENTRADA       1H,,1H;,15HCylinder.SLDPRT······································G·····1
DE DATOS      ····110·······1·······0·······0·······0·····················01010000D·····1
              ····110·······0·······0·······1·······0··························0D·····2
PARÁMETROS    110,0.,10.,0.,0.,-990.,0.;·····································3P·····1
```

La información se distribuye en dos secciones diferentes unidas por punteros

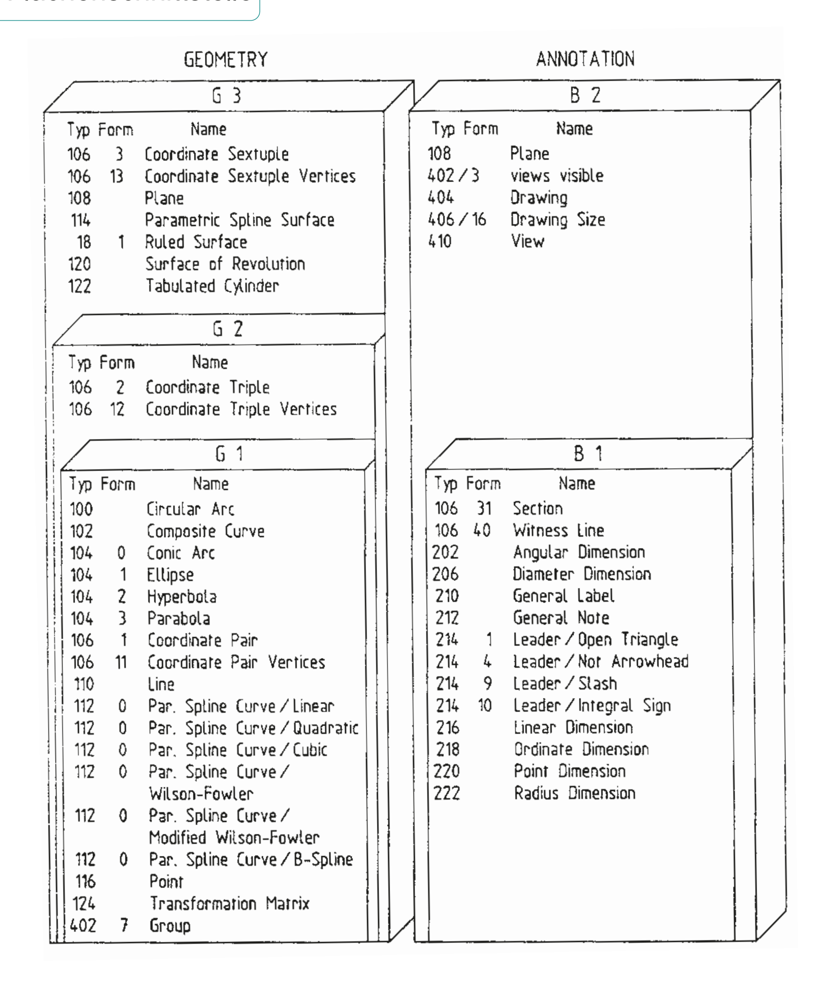
Los punteros son eficientes para los cálculos algorítmicos, pero hacen que el archivo se vea desordenado y difícil de leer, ya que se debe "saltar" a la línea 1 de la sección *Parámetros* para completar la información proporcionada en la línea 1 de la sección *Entrada de datos*

…pero no tiene justificación en la actualidad

El formato VDA-FS:

Verband der Automobilindustrie - Flächenschnittstelle

- Está basado en IGES
- Lo emplea la industria europea del automóvil
- Está enfocado al manejo de superficies



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Traductores neutros

El formato neutro más moderno y completo está definido en la norma ISO 10303

Se denomina STEP (Standard for the Exchange of Product model data)

En realidad, STEP no fue diseñado solo como formato neutro de intercambio, sino con capacidad para abarcar tres tareas:

1. Intercambio de datos de productos

   Los datos en formato STEP muestran un estado fijo (una "foto fija") del modelo que se intercambia, creando diferentes copias descentralizadas

2. Compartición de datos de productos

   Los datos en formato STEP son una "copia maestra" que cambia cuando se interactúa con ella desde diferentes aplicaciones

3. Archivo de datos de productos (generalmente a largo plazo)

   Los datos en formato STEP se guardan garantizando un acceso compatible en el futuro

Traductores neutros

STEP se organiza por partes, agrupadas en contextos:

- Los **métodos de descripción** proveen un lenguaje formal de modelado de datos
- Los **métodos de implementación** especifican los ficheros físicos que permiten el intercambio de información
- Las **pruebas abstractas y de conformidad** son procedimientos para evaluar las implementaciones

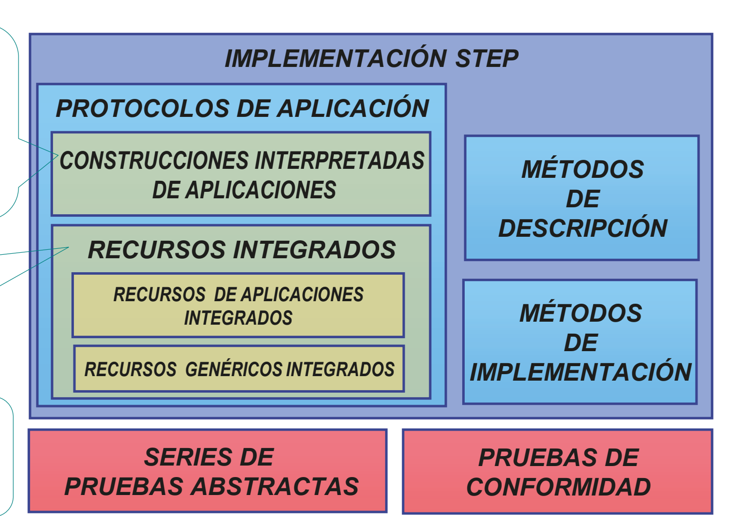
Las partes de éstos tres contextos constituyen la infraestructura

- Los **protocolos de aplicación** agrupan y organizan las especificaciones implementables de datos del producto en un campo específico de aplicación:

Las **construcciones interpretadas de aplicaciones** son estructuras de datos para usar datos de productos en múltiples contextos de aplicación

Los **recursos integrados** son colecciones reusables de entidades, tipos, funciones, reglas y referencias

La librería de módulos y recursos de STEP (**SMRL**) contiene todas las partes de recursos y los módulos de aplicación de STEP



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Traductores neutros

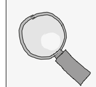


El reciente protocolo de aplicación AP 242 contempla el modelado procedural para la etapa de diseño, incluyendo información de alto nivel:

1. Secciones paramétricas 2D — geometría explicita soportando diferentes tipos de restricciones geométricas, numéricas y algebraicas
2. Información de soporte al modelado basado en la historia (history based modeling) — Secuencia de las operaciones de modelado usadas para la construcción de un modelo, que requieren operadores para crear, interrogar y modificar entidades geométricas
3. Ensamblajes paramétricos 3D — Incluyendo restricciones paramétricas de ensamblaje entre las piezas del conjunto (Ver Tema 2)
4. Modelos anotados — Incluye anotaciones (Ver Tema 4)



Pero no hay implementaciones prácticas en las aplicaciones CAD comerciales, que siguen usando protocolos obsoletos, limitados a modelos mudos (AP 203 y AP 214)



Más detalles sobre STEP en 1.10.1

Traductores inteligentes

Introducción
Representación
Formatos
Traductores
Directos
Neutros
Inteligentes
Conclusiones

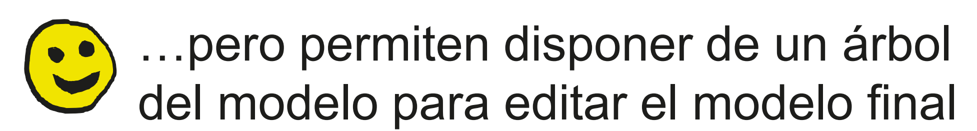
Puesto que tanto los traductores directos como los neutros presentan carencias que producen traducciones incompletas, defectuosas o efímeras…

…una estrategia alternativa es:

1. Asegurar que se traduce la geometría muda del modelo original
2. Reparar los errores que pueda contener la geometría muda del modelo en el formato de destino
3. Analizar el modelo de destino para reconocer las operaciones de modelado (features), y crear un procedimiento (árbol del modelo) similar al original

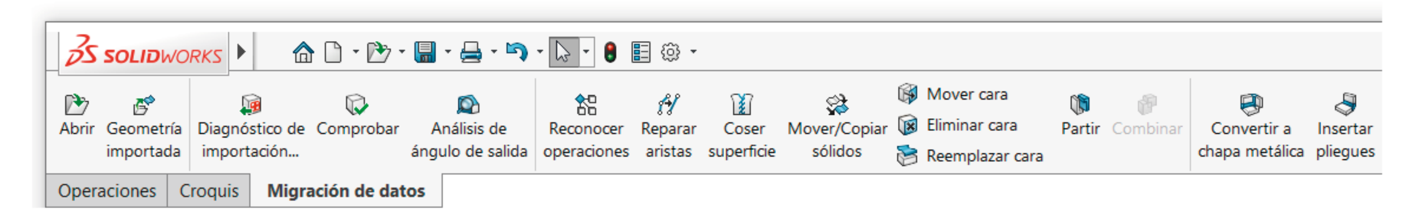


Estos traductores inteligentes, no garantizan que la historia del modelo final sea igual a la original…



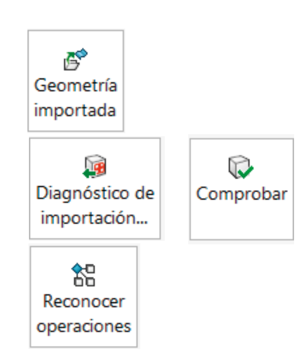
…pero permiten disponer de un árbol del modelo para editar el modelo final

El traductor inteligente de SolidWorks se gestiona mediante la cinta de menú *Migración de datos*:



La cinta de menú contiene los comandos para hacer las operaciones básicas de migración:

- Importar la geometría muda
- Reparar los errores que pueda contener la geometría muda
- Reconocer las operaciones de modelado



También contiene comandos que activan herramientas complementarias, apropiadas para completar o editar la importación en ciertos casos particulares

Conclusiones

1 Intercambiar geometría de modelos es complejo

→ Se hace mediante "formatos"

→ En CAD 3D no hay ningún formato comercial dominante y estable

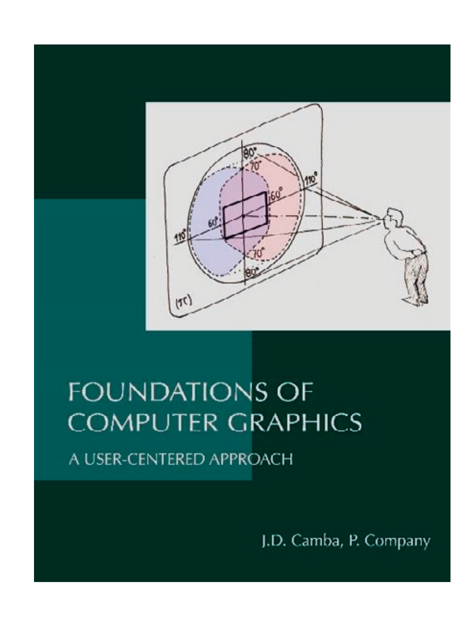
El formato DXF de AutoCAD sí es dominante en CAD 2D

En 3D los formatos tienen "aromas" (versiones diferentes, debidas a distintas interpretaciones de las mismas normas)

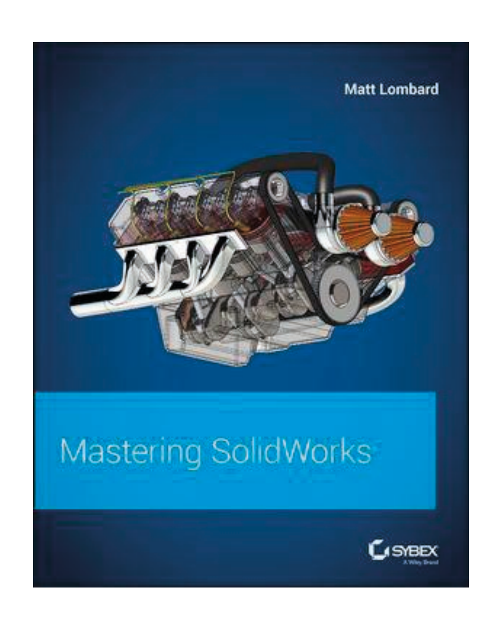
2 El resumen de la situación actual es:

- √ Los intercambios directos dependen de acuerdos comerciales, pero hay pocos y son incompletos
- √ Los intercambios con formato neutro están poco implantados
  - ✓ STEP es superior al resto de formatos neutros
  - ✗ STEP todavía está incompleto — ¡Faltan implementaciones de la AP242!
  - ✗ Las implementaciones de STEP producen representaciones con diferencias (diferentes "aromas")
- √ Empiezan a existir intercambios inteligentes (con reconocimiento)

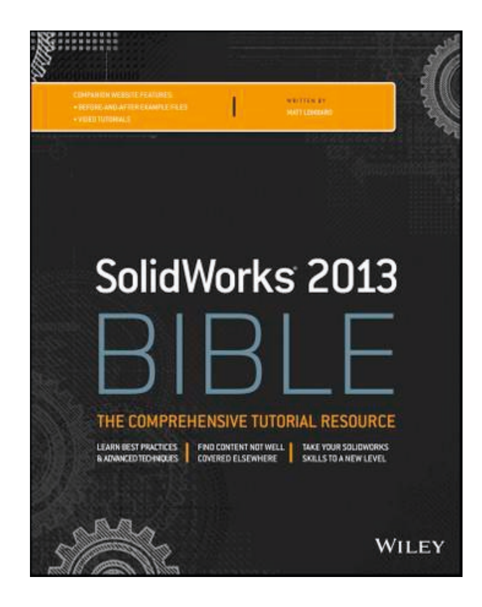
Para aprender más



Chapter 12: 3D model representation and rendering



Chapter 37: Using Imported Geometry and Direct-Editing Techniques

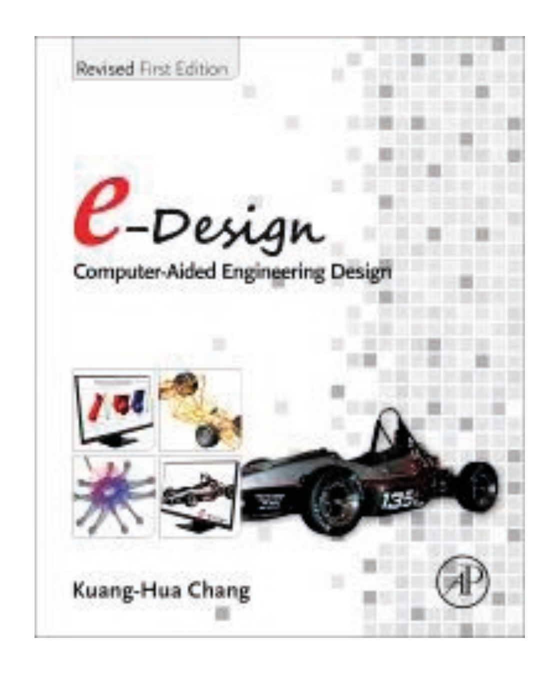


Chapter 37: Using Imported Geometry and Direct Editing Techniques

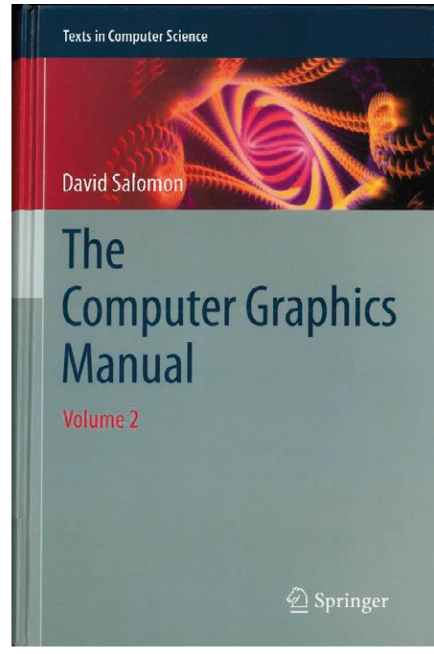
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

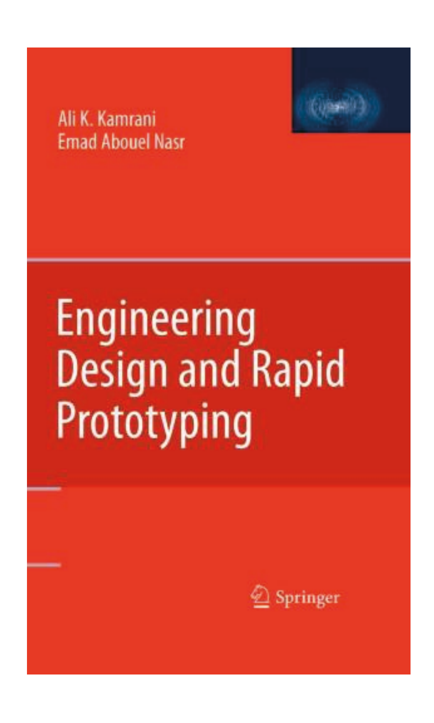
Para aprender más



Chapter 6.5: Product Data Exchange



Chapter 20: Graphics Standards



Chapter 8: Feature Representations

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Introducción

El formato neutro más moderno y completo está definido en la norma ISO 10303

Se denomina STEP, por el acrónimo de "*Standard for the Exchange of Product model data*"

Sus principales características son:

- Es una iniciativa a largo plazo

  Surge en 1984, y el núcleo básico no se materializa hasta 1994

- Debe permitir una representación completa de toda la información asociada al producto
- Debe describir los datos asociados al producto a lo largo de su ciclo de vida
- Debe ser extensible, para facilitar ampliaciones futuras
- Debe ser verificable, por lo que incluye métodos de comprobación

En realidad, STEP fue diseñado para tres tareas:

1 Intercambio neutro de datos de productos:

- Cada aplicación tiene su propia copia de los datos del producto en su propia forma preferida (datos descentralizados)
- Los datos en formato STEP muestran un estado fijo (una "foto fija") del modelo que se intercambia

2 Compartición de datos de productos:

- Varias aplicaciones acceden y operan (incluso simultáneamente) con una sola copia "maestra" de los mismos datos de producto, la cual cambia interactivamente
- Las aplicaciones no guardan los datos en sus propios formatos preferidos
- Los datos de producto en formato STEP son los de producto integrados (globales) y no las partes que utilizan las aplicaciones particulares de datos de productos

3 Archivo de datos de productos (generalmente a largo plazo):

- Archivar requiere que los datos que cumplan con STEP para fines de intercambio se guarden de modo que puedan ser recuperados en el futuro
- Este uso posterior puede ser de intercambiar o de compartir datos de productos

Para lograr los *objetivos deseados*, STEP se apoya en dos rasgos principales:

Intercambiar, compartir y archivar, manteniendo la integridad de la interpretación

- Es complejo
  - Usa una sintaxis formal, que requiere conocimientos de programación
  - Incluye conceptos de generalización y restricción, y está orientado a objetos
  - Requiere pruebas de conformidad
- Es legible
  - Tiene un lenguaje de descripción
  - El formato está en texto plano

```
SCHEMA ejemplo;

ENTITY vehiculo
SUPERTYPE OF (ONEOF (coche, camion));
  n_de_ruedas : INTEGER;
END_ENTITY;

ENTITY coche
SUBTYPE OF (vehiculo);
  modelo: STRING;
END_ENTITY;

ENTITY camion
SUBTYPE OF (vehiculo);
  carga_maxima : REAL;
END_ENTITY;

END_SCHEMA;
```

En consecuencia:

- Tiene una estructura modular
- Tiene su propio lenguaje de desarrollo (Express)
- Permite ficheros “físicos” de texto plano

Modularidad

STEP tiene estructura modular, porque:

- √ STEP es en realidad un conjunto de estándares internacionales construidos alrededor de una arquitectura de partes publicadas por separado, y desarrolladas en diferentes tiempos

Las partes que están en desarrollo se etiquetan como ISO/PRF 10303, ISO/PAS 10303 o ISO/TS 10303

PRF significa "Proof"

PAS significa "Publicly Available Specification"

TS significa "Technical Specification"

- √ La modularidad permite que cada organización desarrolle solo los protocolos que satisfacen sus requisitos de operación

Se adoptó la estructura modular al asumir que toda la norma es demasiado extensa para que ninguna organización tenga interés en implementarla completa

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modularidad: partes

STEP se organiza por partes, agrupadas en contextos:

- Los **métodos de descripción** proveen un lenguaje formal de modelado de datos
- Los **métodos de implementación** especifican los ficheros físicos que permiten el intercambio de información
- Las **pruebas abstractas y de conformidad** son procedimientos para evaluar las implementaciones

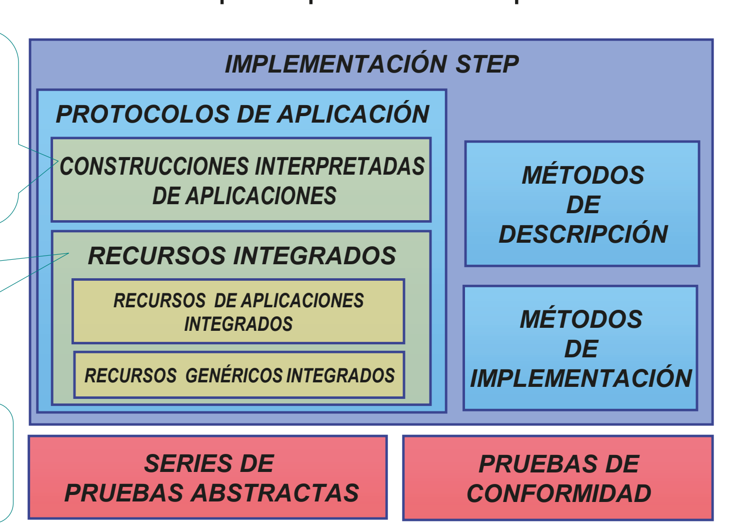
Las partes de éstos tres contextos constituyen la infraestructura

- Los **protocolos de aplicación** agrupan y organizan las especificaciones implementables de datos del producto en un campo específico de aplicación:

Las **construcciones interpretadas de aplicaciones** son estructuras de datos para usar datos de productos en múltiples contextos de aplicación

Los **recursos integrados** son colecciones reusables de entidades, tipos, funciones, reglas y referencias

La librería de módulos y recursos de STEP (**SMRL**) contiene todas las partes de recursos y los módulos de aplicación de STEP



Modularidad: partes



La numeración de las partes de STEP se corresponde con sus diferentes contenidos:

- √ La parte 1 contiene un resumen general
- √ Las partes 1x contienen los métodos de descripción (lenguaje EXPRESS)
- √ Las partes 2x describen los métodos de implementación (ficheros físicos)
- √ Las partes 3x contienen la metodología y marco de las pruebas de conformidad (CC)
- √ Las partes 4x, 5x y 6x contienen los recursos genéricos integrados (IGR)
- √ Las partes 1xx contienen los recursos de aplicación integrados (IAR)
- √ Las partes 2xx contienen los protocolos de aplicación (AP)
- √ Las partes 3xx contienen las series de pruebas abstractas (ATS) para las AP
- √ Las partes 4xx contienen los módulos de aplicación (AM) de alto nivel para las AP
- √ Las partes 5xx contienen las construcciones interpretadas de aplicación (AIC)
- √ Las partes 1xxx contienen los módulos de aplicación (AM) de menor nivel que las partes 4xx
- √ Las partes 3xxx contienen los modelos de objeto de negocio (BO_M)
- √ Las partes 4xxx contienen los modelos específicos de dominio (DM)

La lista completa se puede consultar aquí:

https://standards.iso.org/iso/10303/STEP_Parts_List.htm

Modularidad: partes

Introducción

Modularidad

Partes

Protocolos

Express

Fichero físico

Conclusiones

En principio, las diferentes partes se ordenan jerárquicamente:

√ Solo las partes de nivel alto cubren completamente un dominio o área

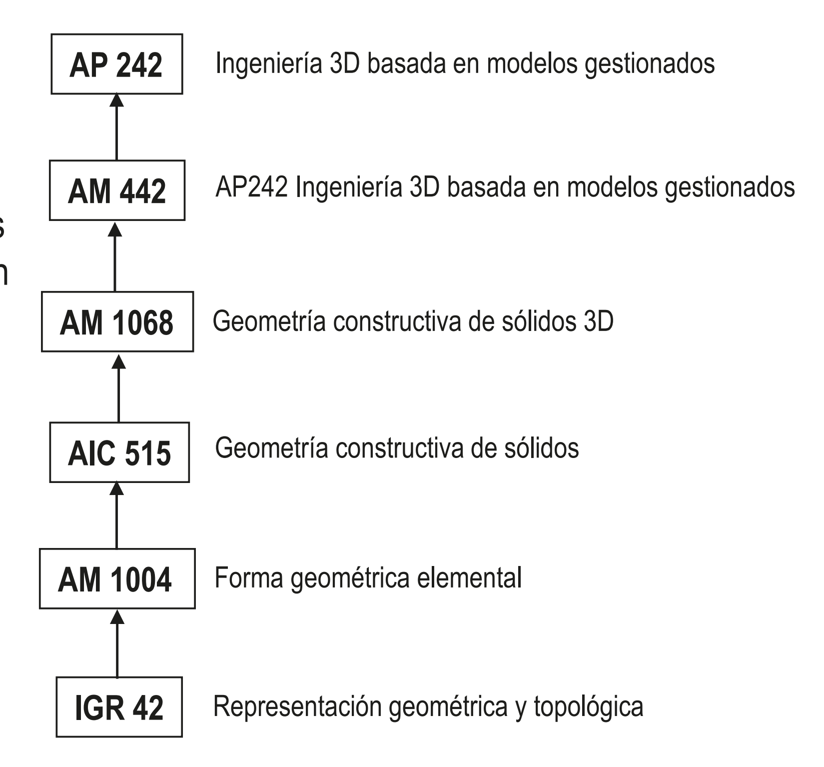
Por ejemplo, la parte AP 242 que abarca todo el diseño tridimensional de piezas y ensamblajes

√ Las partes de nivel medio vinculan partes de nivel inferior entre sí y las especializan

Por ejemplo, la parte AP 203 se construye a partir de la parte AM 403 y se especializa en modelos CAD para la industria aeronáutica

√ Las partes del nivel bajo son envoltorios de conceptos básicos que se usan repetidamente

Se definen en Construcciones Interpretadas de Aplicaciones (AIC), o Recursos Genéricos Integrados (IGR)



Modularidad: partes



En realidad, las relaciones entre las diferentes partes no son estrictamente jerárquicas, dado que hay muchas dependencias mutuas, generalmente complejas:

Además, las partes de nivel superior más modernas, absorben a algunas partes de nivel superior anteriores

AP 201 → AP 202 → AP 203 → AP 204 → **AP 242** ← AP 214 ← AP 203

AM 403, BO_M 3001, **AM 442**, DM 4442

AP203 Ed. 2

AM 1318, AM …, AM 1050, **AM 1068**, AIC 515, AIC 523, AIC …

AM 1317, AM 1791, **AM 1004**, AIC 511, AIC 512, AIC 514

IAR 111, IAR 108, AM 1652, AM 1005, AM 1006

IGR 55, IGR 57

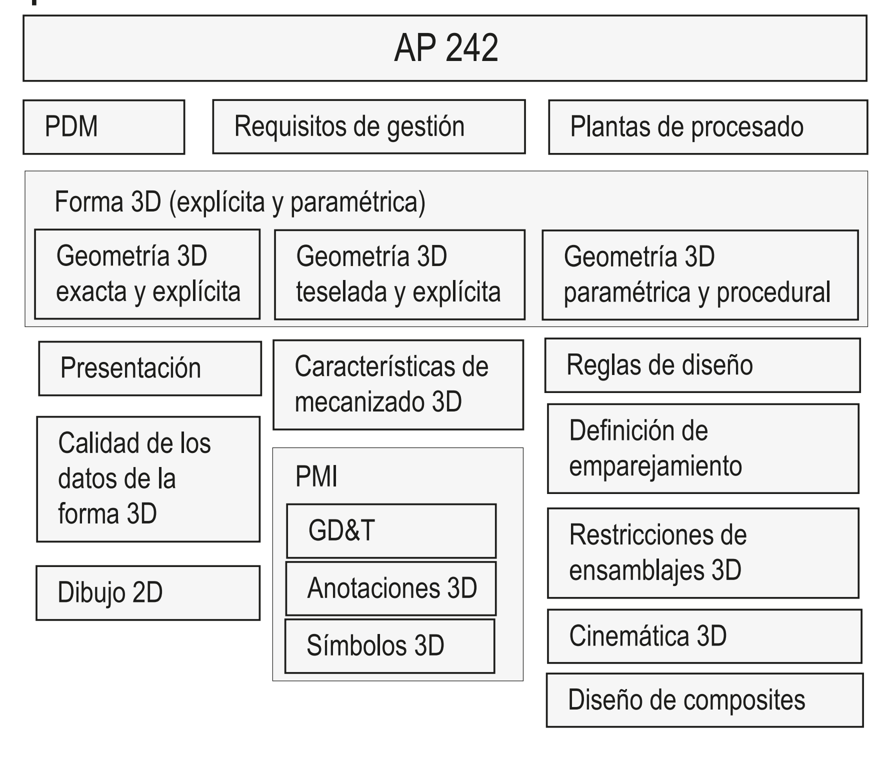
IGR 41, **IGR 42**, IGR 43, IGR 45

IGR 41, **IGR 42**, IGR 43, IGR 50

Modularidad: protocolos

Los protocolos de aplicación (AP) son las partes de mayor nivel

Algunos AP también son transversales, porque abarcan muchos aspectos



Los AP se subdividen, para permitir implementaciones parciales que sean útiles en ciertos campos de actividad

Modularidad: protocolos



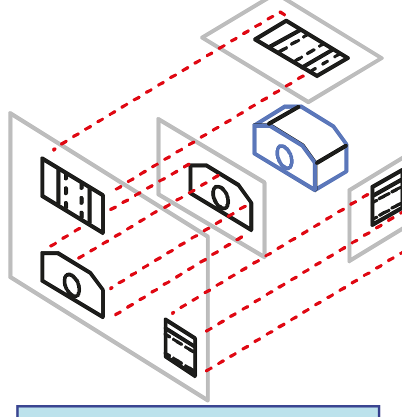
Un ejemplo de modularidad son los dos protocolos de aplicación para dibujos técnicos, que se diferencian porque distinguen entre dibujos explícitos y asociativos:

- AP 201 Explicit Draughting
- AP 202 Associative Draughting

Estructura del dibujo
- Revisiones del dibujo
- Revisiones de hoja
- Vistas
- Especificaciones de dibujo
- Contrato
- Clasificación de seguridad
- Aprobaciones
- Organización responsable

Agrupamientos
- Capas
- Grupos

Formas Geométricas
- Sólidos BREP Avanzados
- Sólidos BREP Facetados
- Sólidos BREP Elementales
- Superficies Manifold con Topología
- Modelos alámbricos con Topología
- Superficies y Modelos alámbricos sin Topología
- Formas 2D Geométricamente delimitadas



Asociatividad
del Modelo Geométrico a:
- Cotas
- Leyendas
- Rayados

Relaciones de Producto
- Pieza
- Organización responsable

Annotación
- Texto
- Annotation Curves
- Símbolos
- Sub-figuras
- Rayados
- Cotas

Comunes

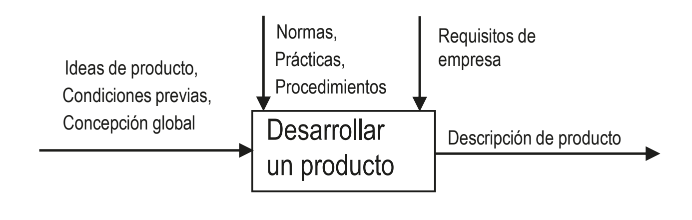
Específicas de AP 202

Introducción
Modularidad
Partes
Protocolos
Express
Fichero físico
Conclusiones

La documentación de los AP se organiza por capas:

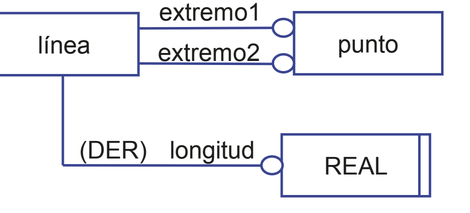
1. AAM (Application Activity Model) es la capa informativa y gráfica, que define las actividades y muestra los flujos de información entre actividades del AP mediante esquemas IDEF0

   Contexto y alcance, según ISO-10303-1-:1994



2. ARM (Application Reference Model) es la capa normativa y gráfica, que describe el dominio de información que necesita un AP mediante esquemas EXPRESS-G

   Requisitos de información



3. AIM / MIM (Application/Module Interpreted Model) es la capa normativa y textual, que describe la información implementable mediante EXPRESS

   Requisitos funcionales

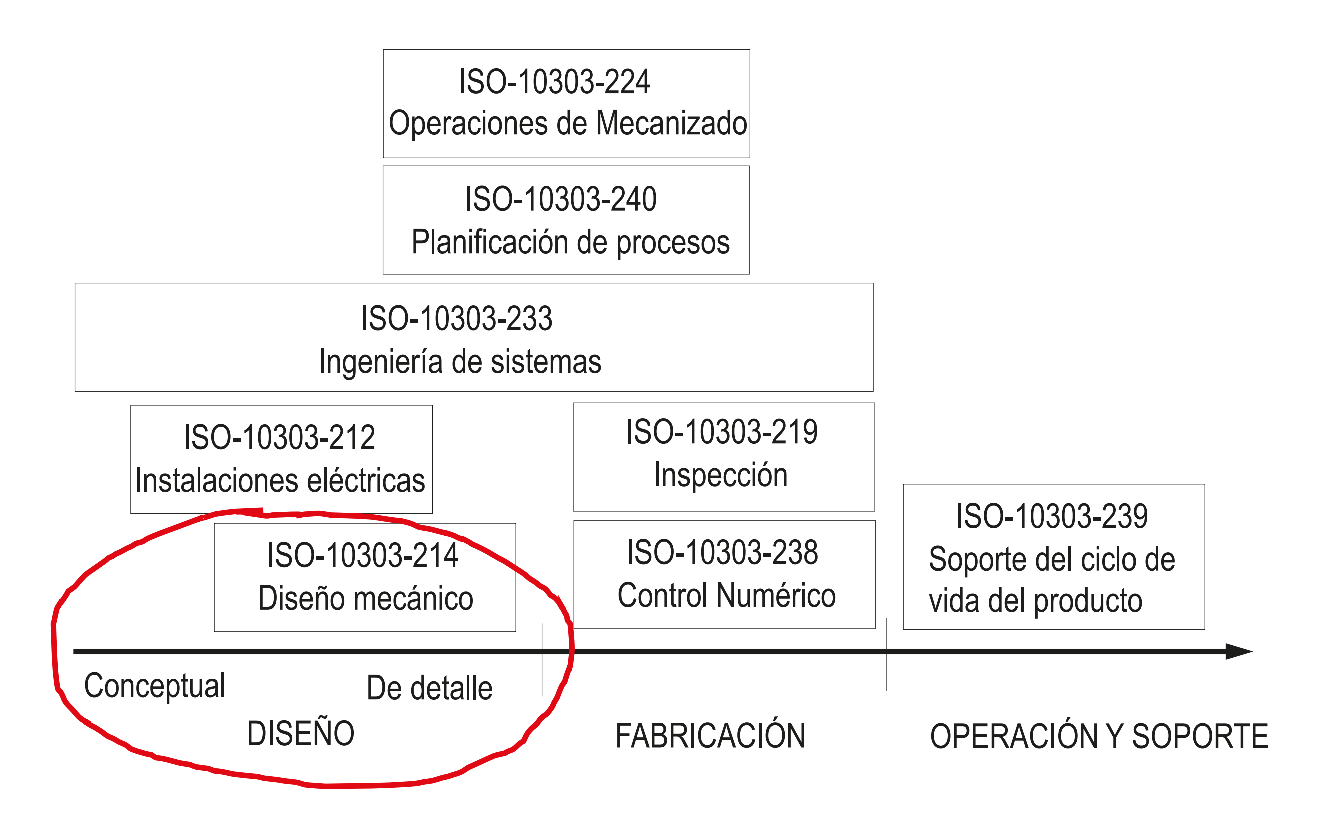
```
SCHEMA ejemplo_línea;
    ENTITY punto;
        x : REAL;
        y : REAL;
    END_ENTITY;
    ENTITY línea;
        extremo1 : punto;
        extremo2 : punto;
    END_ENTITY;
END_SCHEMA;
```

4. BO Model (Business Object Model) simplifica la terminología, y facilita la implementación del AP mediante XML

Las capas definen la semántica de la información a intercambiar, y la correspondencia de esta semántica con las estructuras de datos para representar la información

Modularidad: protocolos

Los protocolos de aplicación (AP) de STEP abarcan diferentes etapas del ciclo de vida de los productos:



En ésta lección estamos interesados en los protocolos de aplicación de modelado para la etapa de diseño

ISBN: 978-84-18432-81-1

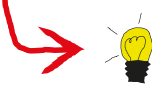
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modularidad: protocolos

Para el campo de aplicación específico del diseño mecánico mediante modelos CAD 3D, actualmente conviven implementaciones comerciales de tres protocolos de representación de modelos, orientados inicialmente a contextos diferentes:

- √ AP 203, Configuration controlled 3D designs of mechanical parts and assemblies — Retirado por ISO en 2014
- √ AP 214, Application protocol: Core data for automotive mechanical design processes — Retirado por ISO en 2014
- √ AP 242, Managed model based 3D engineering

Cada uno de ellos engloba y supera al anterior



Por tanto, la recomendación obvia sería utilizar el más moderno



Siempre que esté disponible tanto para el emisor del formato neutro, como para el receptor de dicho formato

Modularidad: protocolos



Hay que tener presente que hay diferentes niveles de implementación, o clases de conformidad (cc) asociadas con cada AP

Las clases de conformidad son subconjuntos de un AP que se puede implementar "de manera significativa" dentro de ese dominio de aplicación sin tener que implementar todos aspectos del AP

Los usuarios deben saber qué clases de conformidad de un AP está implementada en cada aplicación CAD

No es suficiente indicar que un proveedor tiene un traductor STEP o AP 2xx ...

...porque la mayoría de los proveedores se limitan a implementar un subconjunto

Ayuda de SOLIDWORKS PDM

Opciones de conversión avanzadas (STEP)

Versión	**AP203** El estándar STEP AP203 no dispone de implementación de colores.
	AP214 Exporta colores de sólido, cara y curva. Se soportan las clases de conformidad 1, 4 y 6.

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Modularidad: protocolos



Las clases de conformidad (CC) especifican varios grupos seleccionados de entidades (diferentes subconjuntos del contenido total de la AP) que el software debe implementar completamente

Que una implementación sea conforme a una CC específica significa que la implementación debe admitir **todas** las entidades agrupadas dentro de esa CC

Si un vendedor afirma que su producto cumple con una CC, tiene que cumplir con **toda** esa clase de conformidad

Por ejemplo, las clases de conformidad de AP 203 son:

- CC1: información de diseño controlada por configuración, sin forma
- CC2: Clase 1 y formas representadas por modelos de estructura alámbrica delimitados geométricamente, modelos de superficie o ambos
- CC3: Clase 1 y formas representadas por modelos de estructura alámbrica con topología
- CC4: Clase 1 y formas representadas por modelos de superficie múltiple con topología
- CC5: Clase 1 y formas representadas por representación de límite facetado
- CC6: Clase 1 y formas representadas por representación de límite avanzada (es decir, no facetada)

Modularidad: protocolos

Las características principales de los protocolos para modelos 3D comúnmente implementados como formatos neutros en las aplicaciones CAD 3D comerciales son:

√ AP203 es un formato STEP de propósito general:

Aunque surgió como iniciativa de la industria Aeroespacial

- √ Define la geometría, la topología y los datos de gestión de la configuración de modelos sólidos para piezas mecánicas y conjuntos
- √ No administra colores ni capas
- ☓ Existe una segunda edición, que soporta modelos procedurales e híbridos, pero no hay implementaciones comerciales

√ AP214 es una extensión de AP203, que agrega:

Surgió como iniciativa de la industria Automovilística

- √ Colores y capas
- √ Dimensionamiento geométrico y tolerancia
- √ Intención de diseño

Modularidad: protocolos

- El protocolo AP 242 es el más moderno, engloba a los dos anteriores y contempla todo lo que faltaba:

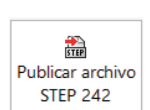
1. Secciones paramétricas 2D — geometría explicita soportando diferentes tipos de restricciones geométricas, numéricas y algebraicas
2. Información de soporte al modelado basado en la historia (history based modeling) — Secuencia de las operaciones de modelado usadas para la construcción de un modelo, que requieren operadores para crear, interrogar y modificar entidades geométricas
3. Ensamblajes paramétricos 3D — Incluyendo restricciones paramétricas de ensamblaje entre las piezas del conjunto (Ver Tema 2)
4. Modelos anotados — Incluye anotaciones (Ver Tema 4)

Pero **no** hay implementaciones operativas de todo el protocolo AP 242

Probablemente porque solo tiene una clase de conformidad, lo que obliga a implementarlo todo

Existen implementaciones que se centran en los modelos anotados

Desde 2017, el módulo MBD de SolidWorks implementa un comando para escribir ficheros STEP "242" que produce modelos B-Rep con anotaciones de fabricación (PMI)



Publicar archivo STEP 242
Crea STEP 242 con datos de PMI.

Los modelos STEP con anotaciones solo se importan a e-Drawings, **no** a SolidWorks

La parte 11 de STEP (ISO 10303-11) define un *lenguaje de modelado de datos* para datos de producto llamado EXPRESS

Los lenguajes de modelado de datos son lenguajes artificiales definidos mediante un conjunto consistente de reglas, para trasmitir información y conocimiento

ISO 10303 fue pionera en incluir el lenguaje de especificación como parte de la propia norma



EXPRESS provee una metodología formal de modelado de datos, apoyándose en dos características:

- Ayuda a definir formalmente los modelos de datos, de manera neutral respecto a la implementación y el contexto

  Separa la estructura física de datos de la semántica de los datos

- No es un lenguaje de programación, aunque tiene características comunes con ellos:
  - Tiene influencias de varios lenguajes de programación (Ada, Algol, C ++,…)
  - Permite comparaciones que incorporan muchas de las operaciones matemáticas y lógicas incluidas en los lenguajes de programación
  - Admite procedimientos y funciones programadas como parte de la expresión de restricciones, y por tanto en el proceso de evaluación

EXPRESS está diseñado específicamente para representar datos de productos, a través de entidades que tienen propiedades y están sujetas a restricciones

Se basa en la programación orientada a objetos (OOP), en lugar de la programación estructurada

Las unidades fundamentales de EXPRESS son:

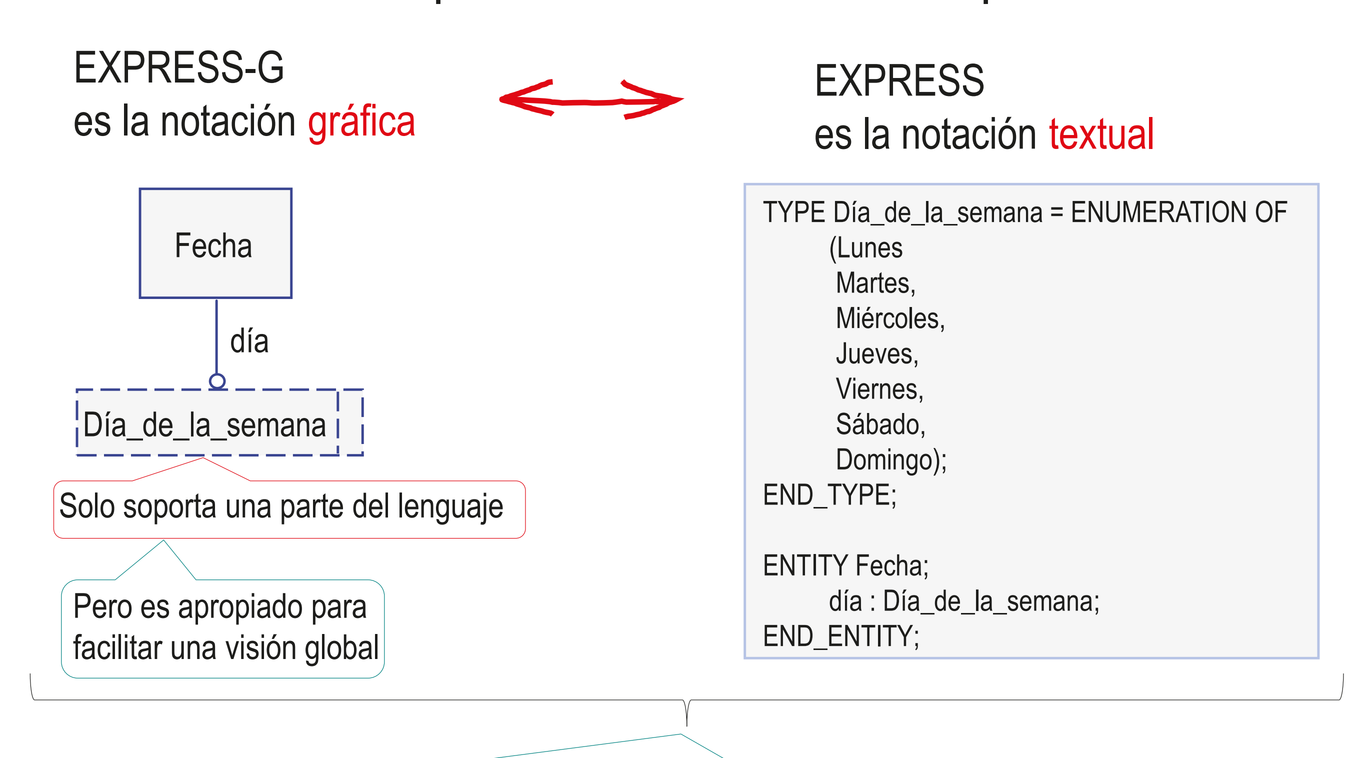
- √ Esquemas — Son contenedores de información relacionada
- √ Entidades — Definen conceptos del mundo real mediante objetos abstractos
- √ Atributos — Definen las propiedades de los objetos
- √ Tipos — Delimitan los rangos válidos para los objetos
- √ Reglas — Describen las relaciones válidas entre objetos

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

El lenguaje es analizable por humanos y por computadoras con el propósito de validación formal

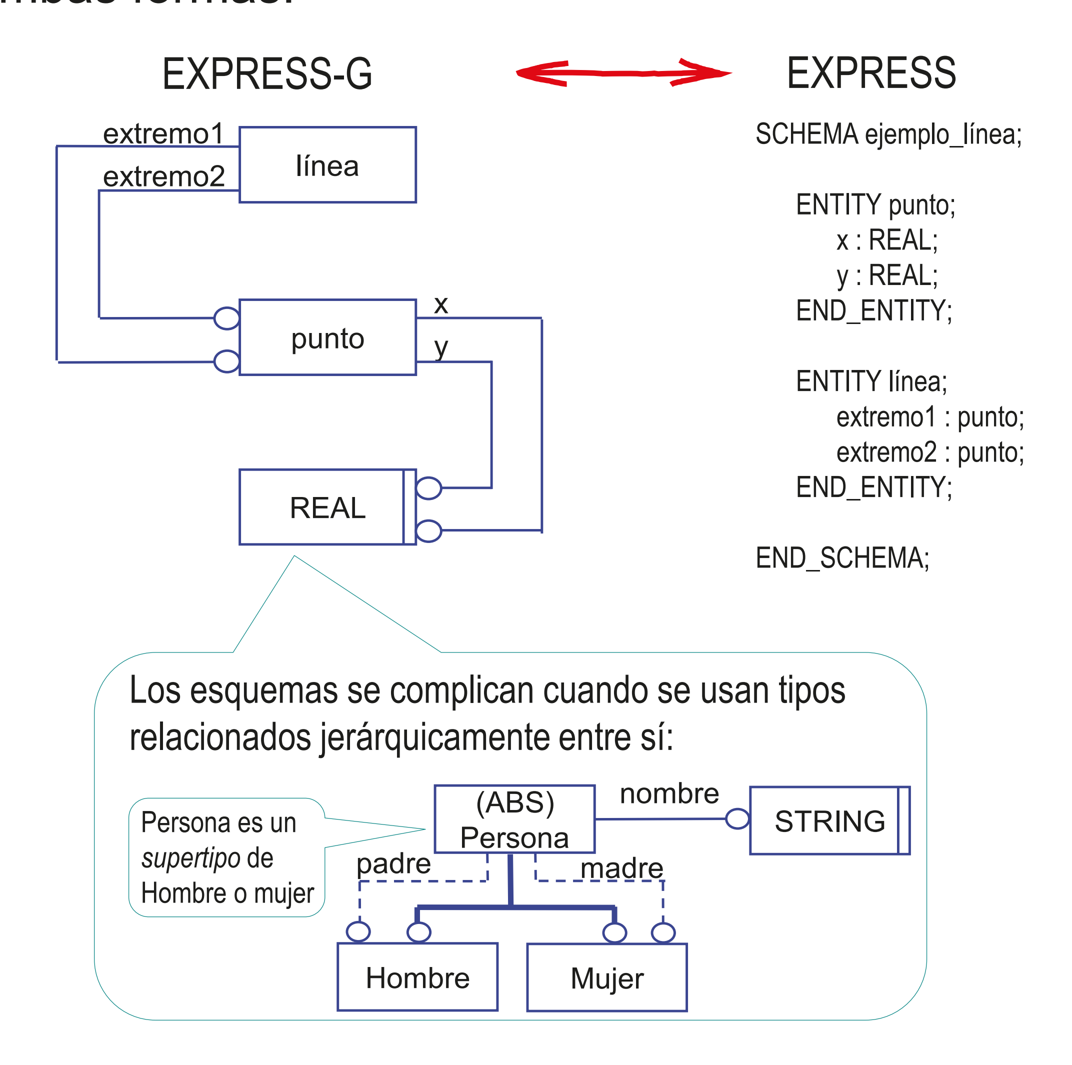
EXPRESS tiene dos representaciones formales posibles:



Un ejemplo de descripción *informal* sería:

Los días se agrupan en semanas, denominándose respectivamente lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo los días consecutivos que forman cada semana

Los esquemas sencillos se pueden representar de ambas formas:



EXPRESS

```
SCHEMA ejemplo_línea;

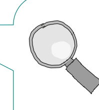
    ENTITY punto;
        x : REAL;
        y : REAL;
    END_ENTITY;

    ENTITY línea;
        extremo1 : punto;
        extremo2 : punto;
    END_ENTITY;

END_SCHEMA;
```

Express

EXPRESS-G es una representación mediante representaciones de datos en red, que muestran las relaciones entre las entidades geométricas que se relacionan para constituir un modelo CAD:



Más información sobre visualización gráfica de datos en lección 3.5

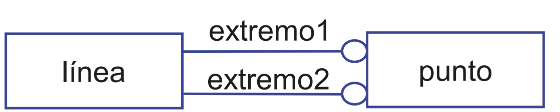
- Una entidad es una clase de objetos
- Las entidades se representan con una etiqueta encerrada en un rectángulo

línea

- Los atributos son propiedades que tienen los objetos
- Se usan líneas para conectar las entidades con sus atributos
- Los nombres de los atributos se escriben con etiquetas encima de las líneas



- Las relaciones expresan dependencia o interacción entre entidades
- Las relaciones se dibujan mediante líneas orientadas que conectan rectángulos de clases
- El sentido de la orientación se indica mediante un círculo en el extremo de la línea

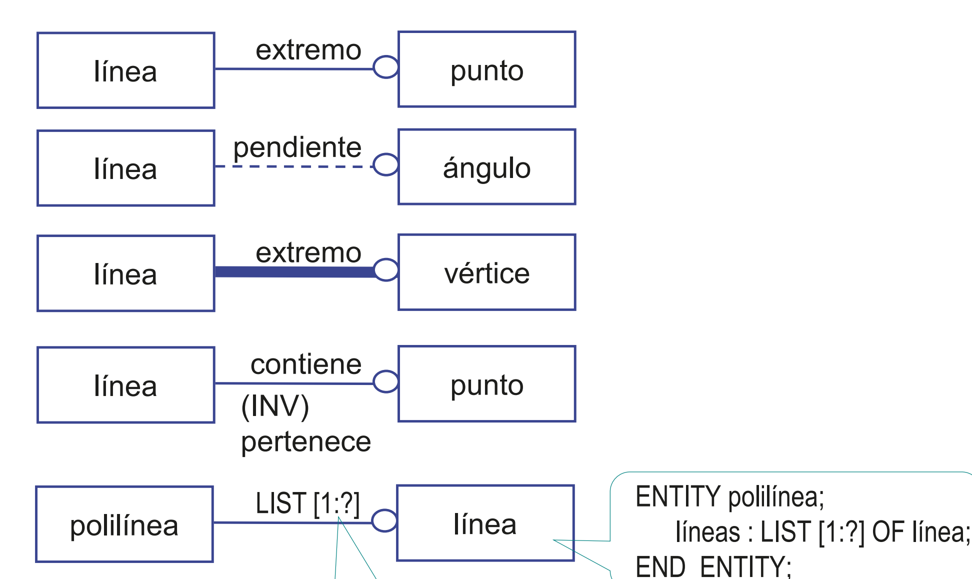


ISBN: 978-84-18432-81-1

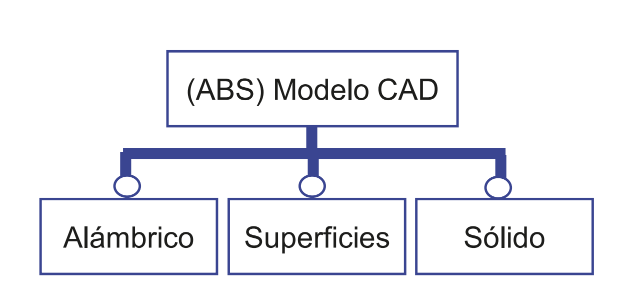
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Express

- Los diferentes tipos de relaciones se representan mediante diferentes tipos de líneas y etiquetas:
  - Relación obligatoria, con línea fina continua
  - Relación optativa, con línea fina a trazos
  - Relación jerárquica, con línea gruesa
  - Relación inversa, con etiqueta doble
  - Relación múltiple, con etiquetas de:
    - Conjuntos sin orden ni repeticiones (SET)
    - Listas con orden y sin repeticiones (LIST)
    - Conjuntos sin orden y con repeticiones (BAG)
    - Matrices con orden y tamaño fijo (ARRAY)



- Las entidades son ABSTRACTAS (ABS) cuando no pueden existir por ellas mismas, sino que se limitan a ser conceptos generales (supertipos) que agrupan otras entidades que sí que existen por si mismas (subtipos)



Express

√ Hay dos tipos principales de atributos:

√ Los compuestos se tienen que declarar explícitamente

línea
extremo1
extremo2
punto
Se requiere declaración

√ Los tipos de datos básicos (o predefinidos) son los componentes elementales del lenguaje, porque no se pueden descomponer en nada más pequeño que ellos:

línea
longitud
REAL

√ El tipo de datos *booleano* solo admite los valores cierto y falso (equivalentes a 0 o 1)

√ El tipo de datos *binario* es una secuencia de unos y ceros (por ejemplo 10011)

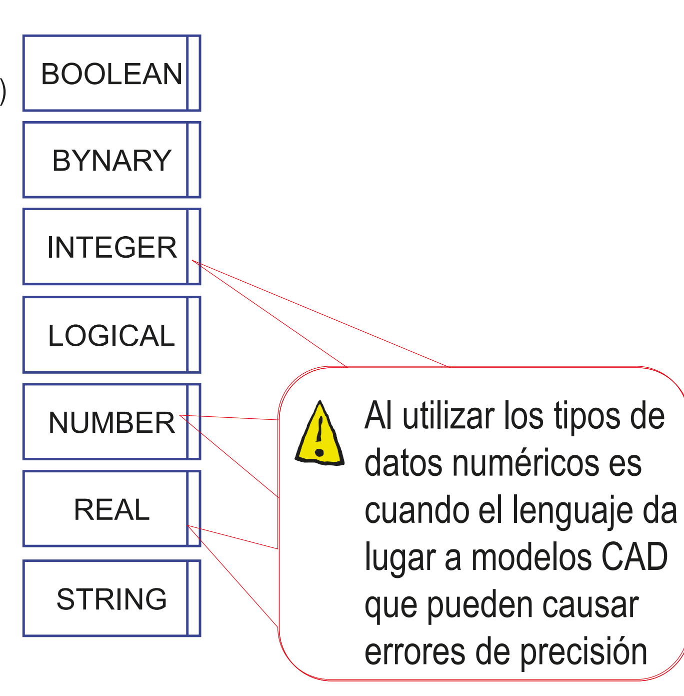
√ El tipo de datos *entero* incluye cualquier número natural (sin decimales)

√ El tipo de datos *lógico* incluye los datos cierto, falso o desconocido

√ El tipo de datos *número* incluye indistintamente números enteros o reales

√ El tipo de datos *real* incluye números con parte decimal

√ El tipo de datos *tira de caracteres* acepta cualquier secuencia de caracteres



Express

Introducción

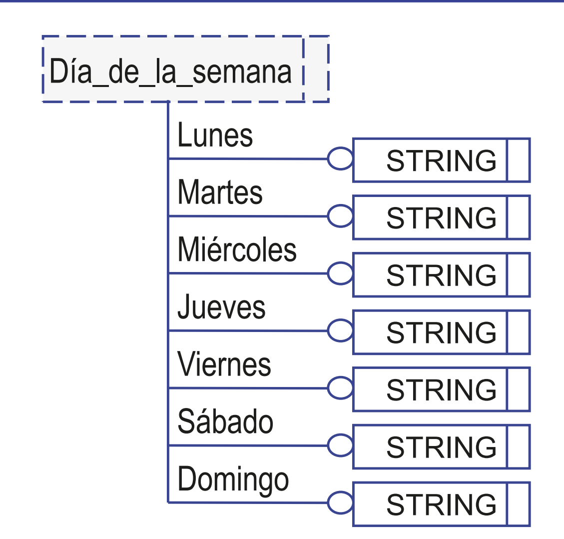
Modularidad

Express

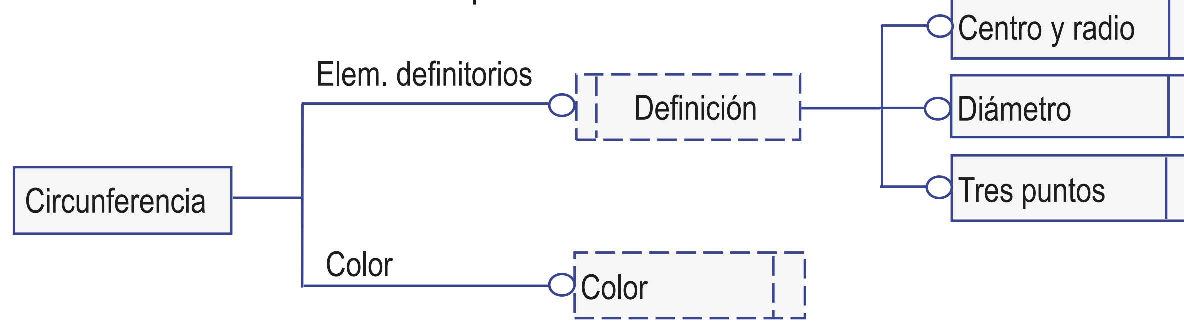
Fichero físico

Conclusiones

- Las enumeraciones detallan el rango de valores (de tira de caracteres) que puede tomar un atributo
- Las entidades enumeradas se representan con una etiqueta encerrada en un rectángulo de líneas de trazos con una barra vertical en el lado derecho



- Las selecciones permiten elegir entre opciones alternativas
- El nombre de la selección se representan con una etiqueta encerrada en un rectángulo de líneas de trazos con una barra vertical en el lado izquierdo



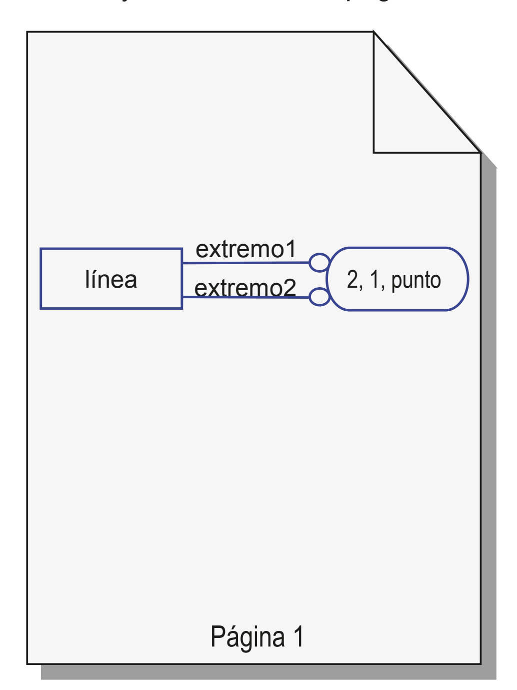
Express

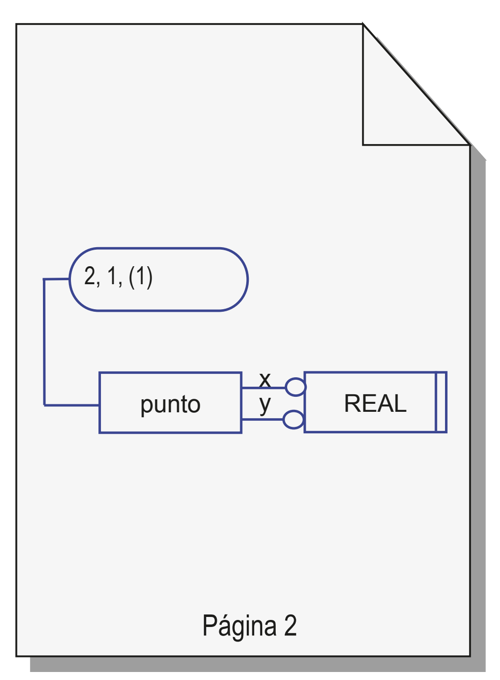
- Dado que los diagramas pueden abarcar más de una página, las interconexiones (referencias cruzadas) se identifican mediante etiquetas encerradas en cajas redondeadas:
  - En la página donde se hace la referencia, la etiqueta de la caja se denomina ONTO ANOTHER PAGE, y contiene el número de página, el número de referencia y el nombre de la entidad a que hace referencia

    Pagina, ref, nombre

  - En la página donde se define la referencia, la etiqueta se denomina ONTO THIS PAGE, y contiene el número de página, el número de referencia y el número de la página donde se usa (entre paréntesis)

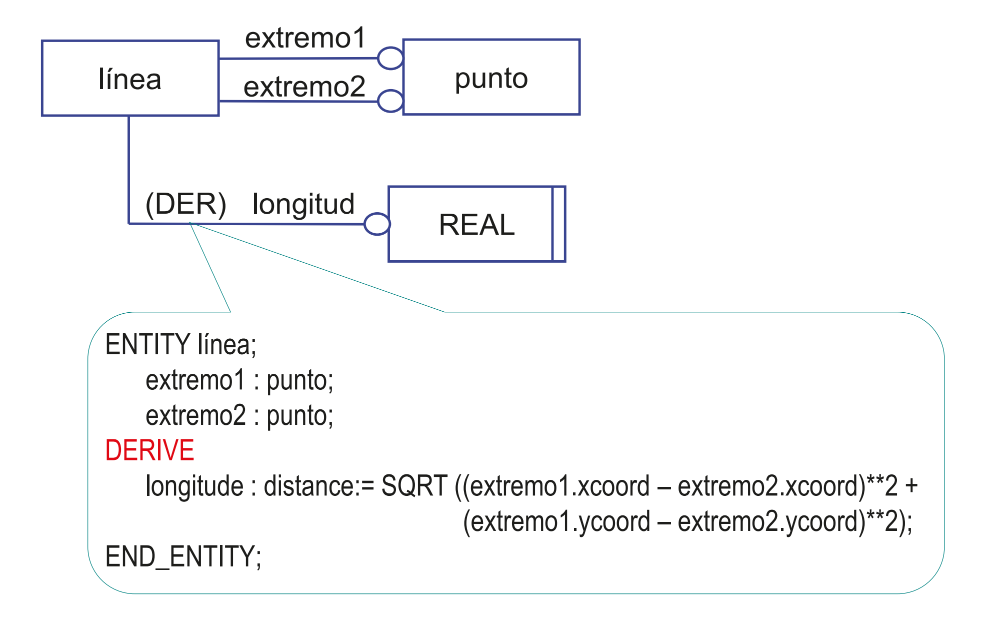
    Pagina, ref, (pagina)





Express

√ Los diagramas pueden contener prefijos en las etiquetas de los atributos, para indicar que se guían por reglas



X Pero los recursos más sofisticados del lenguaje EXPRESS no se pueden representar mediante diagramas EXPRESS-G

Por ejemplo, el uso de WHERE para definir el rango válido de un atributo

```
TYPE día_del_mes = INTEGER;
WHERE
    wr1: ((1<=SELF) AND (SELF<=31);
END_TYPE;
```

Fichero físico

La parte 21 de STEP (ISO 10303-21) define los ficheros de intercambio mediante un formato de texto

También se llaman ficheros físicos

Hay tres hechos que lo caracterizan:

- Evoluciona a lo largo del tiempo

ISO 10303-21:1994	Primera edición
ISO 10303-21:2002	Segunda edición (soluciona fallos de la primera edición)
ISO 10303-21:2016	Tercera edición (añade funcionalidades)

- El fichero físico es el método de implementación más usado en STEP, porque produce un formato legible

Es legible debido a:
- Su estructura ASCII
- Su organización en una instancia por línea

- Hay otros métodos de implementación, pero se usan menos

La parte 28 proporciona una representación de los datos de acuerdo con la sintaxis del lenguaje de marcado extensible (XML)

El fichero físico tiene una estructura rígida:

- El fichero debe comenzar con la palabra clave:

  ISO-10303-21;

  Todas las instrucciones acaban con punto y coma

- A continuación, el fichero contiene dos secciones:
  1. Cabecera
  2. Datos

  En algunas versiones, esta sección puede ser múltiple

- Existen palabras clave para indicar el final de las secciones y el final del fichero:

```
ISO-10303-21
HEADER;
...
ENDSEC;
DATA;
...
ENDSEC;
END-ISO-10303-21;
```


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Fichero físico: cabecera

La sección de cabecera también tiene una estructura fija

La estructura tiene entre tres y seis grupos ordenados:

1. Descripción del fichero
2. Nombre del fichero
3. Esquema del fichero
4. Población del fichero
5. Idioma de la sección
6. Contexto de la sección

Es una instrucción con dos campos:

FILE_DESCRIPTION((‘Descripción') , 'Nivel');

- La *descripción* es un texto libre

  Suele indicar el protocolo al que se ajusta el fichero (Por ejemplo “STEP AP203”)

- El *nivel de implementación* incluye dos números:
  - La versión (1 para la versión inicial, 2 para la versión con correcciones y 3 para la más reciente)

    El valor 3 se usa para ficheros con varias secciones de datos, esquemas múltiples y/o soporte de FILE_POPULATION

  - La opción de conformidad puede ser 1 para conformidad interna, o 2 para conformidad externa

    Mejora la interoperabilidad entre API's, porque minimiza el uso de subtipos complejos

    ¡No se usa!

Fichero físico: cabecera

La sección de cabecera también tiene una estructura fija

La estructura tiene entre tres y seis grupos ordenados:

1 Descripción del fichero

2 Nombre del fichero

3 Esquema del fichero

4 Población del fichero

5 Idioma de la sección

6 Contexto de la sección

Es una instrucción con siete campos:

```
FILE_NAME(
  'Pieza1.STEP',            // Nombre
  '2017-05-16T14:14:18',  //Fecha y hora
  (''),                     //Autor
  (''),                     // Empresa
  ' SwSTEP 2.0',            // Software STEP
  'SolidWorks 2016',        // Software CAD
  ' ');                     //Autorización
```

En formato ISO 8601

Identifica el software que ha generado el fichero STEP

Identifica el software que ha generado el modelo CAD

CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Fichero físico: cabecera

La sección de cabecera también tiene una estructura fija

La estructura tiene entre tres y seis grupos ordenados:

1. Descripción del fichero
2. Nombre del fichero
3. Esquema del fichero
4. Población del fichero
5. Idioma de la sección
6. Contexto de la sección

Es una instrucción con un campo:

FILE_SCHEMA(
'AUTOMOTIVE_DESIGN { 1 0 10303 214 2 1 1}');

El campo indica el esquema EXPRESS que se ha utilizado para obtener el modelo STEP

SolidWorks utiliza dos esquemas:

STEP203, CONFIG_CONTROL_DESIGN

STEP214, AUTOMOTIVE_DESIGN

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Fichero físico: cabecera

La sección de cabecera también tiene una estructura fija

La estructura tiene entre tres y seis grupos ordenados:

1 Descripción del fichero

2 Nombre del fichero

3 Esquema del fichero

4 Población del fichero

5 Idioma de la sección

6 Contexto de la sección

Estos grupos solo se usan, a partir de la versión 3, para diferenciar múltiples grupos de datos (4–6)

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Fichero físico: cabecera



Un ejemplo de cabecera creado por SolidWorks al exportar un modelo a STEP es el siguiente:

```
HEADER;
FILE_DESCRIPTION (( 'STEP AP203' ),
   '1' );
FILE_NAME ('Pieza1.STEP',
   '2017-05-16T14:14:18',
   ( '' ),
   ( '' ),
   'SwSTEP 2.0',
   'SolidWorks 2016',
   '' );
FILE_SCHEMA (( 'CONFIG_CONTROL_DESIGN' ));
ENDSEC;
```

En las instrucciones con varios campos es habitual emplear una línea para cada campo para hacerlos más legibles para los humanos

Los indentados y los huecos en blanco son ignorados en el procesado informático

Fichero físico: datos

La sección de datos contiene la información del modelo CAD, para lo que sigue unos principios básicos:

√ La información se descompone en instrucciones o "instancias"

Cada instancia ocupa una o más líneas, y termina con punto y coma

√ Cada instancia se identifica con una etiqueta o "nombre"

La etiqueta precede a la instancia y es el símbolo # seguido de un número

#000 Instancia;

√ Las instancias deben estar ordenadas con números crecientes, aunque no necesariamente correlativos

√ Las instancias se relacionan entre sí mediante sus números

El orden en el que están colocadas las instancias NO afecta a su interpretación

A= 1; B= 2; C= A + B;	≡	C= A + B; A= 1; B= 2;

Fichero físico: datos

√ Cada instancia define una entidad

- √ Las entidades independientes se definen en una instancia que contiene:
  - √ La *etiqueta* de la instancia
  - √ El *signo* igual
  - √ El *nombre* de la entidad
  - √ Los *atributos* de la entidad

Entre paréntesis, y separados por comas

#23 = CARTESIAN_POINT ('NONE', (0.000, 0.000, 0.000)) ;

Los atributos múltiples se ponen entre paréntesis anidados

- √ Las entidades dependientes se definen mediante un grupo de instancias:
  - √ Las entidades dependientes referencian a otras en sus atributos

#32 = DIRECTION ('NONE', (-0.000, -0.000, -1.000)) ;
#112 = VECTOR ('NONE', #32, 1000.000) ;

La entidad referenciada como atributo debe estar presente en la sección de datos

¡Pero el orden es indiferente!

  - √ Las dependencias se pueden encadenar

#13 = LINE ('NONE', #23, #112) ;
#23 = CARTESIAN_POINT ('NONE', (0.000, 0.000, 0.000)) ;
#112 = VECTOR ('NONE', #32, 1000.000) ;
#32 = DIRECTION ('NONE', (-0.000, -0.000, -1.000)) ;

Las entidades del fichero físico corresponden a diversos tipos de información del modelo CAD:

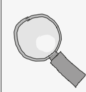
1 Datums y sistemas de datums, son "PLACEMENTS", que localizan los elementos geométricos respecto a un sistema de coordenadas absoluto

Se asume que existe un sistema cartesiano de coordenadas global, al cual se referencian todas las demás entidades

2 Geometría del modelo, son "SOLID_MODELS", que representan la forma nominal de un producto

Incluye los sólidos de barrido, los sólidos primitivos, los B-Rep y los volúmenes recortados

3 Anotaciones, que incluyen las anotaciones administrativas de gestión del modelo, y las anotaciones de geometría, fabricación o diseño que enriquecen a los modelos CAD



Más detalles sobre Anotaciones en Tema 4

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Fichero físico: datos

Los datums y sistemas de datums se construyen a partir de los elementos geométricos básicos:

√ Un punto es una entidad independiente con cuatro atributos:

1. El nombre del punto
2. La coordenada X respecto al sistema global
3. La coordenada Y respecto al sistema global
4. La coordenada Z respecto al sistema global

Se define mediante una instancia independiente:

#23 = CARTESIAN_POINT (' ', (0.000, 0.000, 0.000)) ;

√ Una dirección es una entidad independiente con cuatro atributos:

1. El nombre de la dirección
2. La coordenada X del extremo del vector dirección
3. La coordenada Y del extremo del vector dirección
4. La coordenada Z del extremo del vector dirección

Se define mediante una instancia independiente:

#31 = DIRECTION (' ', (0.000, 0.000, 1.000)) ;

Fichero físico: datos

Introducción
Modularidad
Express
Fichero físico
Cabecera
Datos
Conclusiones

√ Un vector es una entidad dependiente con cuatro atributos:

1 El nombre del vector
2 La referencia a la dirección
3 El módulo

Se define mediante dos instancias dependientes:

#11 = VECTOR (' ', #31 , 100.000) ;

#31 = DIRECTION (' ', (0.000, 0.000, 1.000)) ;

√ Un sistema de coordenadas se define con una entidad dependiente que requiere cuatro atributos:

1 El nombre del sistema
2 Un punto de localización del origen de coordenadas
3 La dirección del primer eje de un sistema ortogonal dextrógiro
4 La dirección del segundo eje de un sistema ortogonal dextrógiro

Se define mediante cuatro instancias dependientes:

#49 = AXIS2_PLACEMENT_3D (' ', #113, #87, #93) ;

#113 = CARTESIAN_POINT (' ', (0.000, 0.000, 0.000)) ;

#087 = DIRECTION (' ', (0.000, 0.000, 1.000)) ;

#093 = DIRECTION (' ', (1.000, 0.000, 0.000)) ;

Fichero físico: datos

Introducción

Modularidad

Express

Fichero físico

Cabecera

Datos

Conclusiones

Las operaciones de modelado se especifican mediante instancias dependientes que definen alguno de los diferentes tipos de sólidos:

√ Para definir un modelo B-Rep se describe:

√ Su topología (todas las caras que lo delimitan):

#50 = ADVANCED_BREP_SHAPE_REPRESENTATION (' ', (#78, #49), #1) ;

#078 = MANIFOLD_SOLID_BREP (' ', #76) ;

#076 = CLOSED_SHELL (' ', (#140, #xxx, ...)) ;

El atributo múltiple incluye una etiqueta por cada cara

#140 = ADVANCED_FACE (' ', (#148), #172, .F.) ;

#148 = FACE_OUTER_BOUND (' ', #227, .T.) ;

#227 = EDGE_LOOP (' ', (#121, #yyy, ...)) ;

√ Su geometría (los elementos geométricos que definen las caras, así como su posición y tamaño):

*#121 = ORIENTED_EDGE (' ', *, *, #222, .T.) ;*

Los asteriscos indican atributos derivado (por herencia)

#222 = EDGE_CURVE (' ', #15, #176, #178, .T.) ;

#015 = VERTEX_POINT (' ', #4) ;

#004 = CARTESIAN_POINT ('NONE', (-25.000, 25.000, 0.0000)) ;

#176 = VERTEX_POINT (' ', #6) ;

#006 = CARTESIAN_POINT ('NONE', ((25.000, -25.000, 0.0000)) ;

#178 = LINE (' ', #227, #111) ;

#011 = CARTESIAN_POINT ('NONE', ((25.000, -25.000, 0.0000)) ;

#11 = VECTOR (' ', #31 , 100.000) ;

#31 = DIRECTION (' ', (0.000, 0.000, 1.000)) ;

#172 = PLANE (' ', #49)

#49 = AXIS2_PLACEMENT_3D (' ', #113, #87, #93) ;

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Fichero físico: datos

√ Para definir modelos de barrido, se invoca la instancia del tipo particular de barrido, y se añade la información del perfil al que se aplica el barrido:

√ Las operaciones de barrido:

```
#131 = SHAPE_DEFINITION_REPRESENTATION ( $, #171) ;
   #171 = PROCEDURAL_SHAPE_REPRESENTATION ( ' ', (#101), $) ;
      #171 = PROCEDURAL_SHAPE_REPRESENTATION_SEQUENCE ( ' ', (#78, #xx, …), $, ' ') ;
         #078 = EXTRUDED_FACE_SOLID ( ' ', #76, #122, 55.000 ) ;
            #076 = FACE_SURFACE ( ' ',  (#023, #xxx,…), #045, .T. ) ;
               #023 = FACE_BOUND ( ' ',  #025, .T. ) ;
                  #025 = VERTEX_LOOP ( ' ', (#26, #xxx, …)) ;
                     #026 = VERTEX_POINT  ( ' ', #27) ;
                     #027 = CARTESIAN_POINT ( ' ',  ( 0.000, 0.000, 0.000 ) ) ;
                     …
               #31 = DIRECTION ( ' ',  ( 0.000, 0.000, 1.000 ) ) ;
            #045 = SWEPT_SURFACE ( ' ',  #023, #045, .T. ) ;
         #122 = DIRECTION ( ' ',  ( 1.000, 0.000, 0.000 ) ) ;
```

√ Tanto los barridos como los perfiles a los que se aplican los barridos pueden definirse paramétricamente:

> Ver NISTIR 7433
> Kim J. Pratt M.J., Iyer R, Sriram R.
> Data Exchange of Parametric CAD Models Using ISO 10303-108

```
#078 = EXTRUDED_FACE_SOLID ( ' ', #76, #122, #250 ) ;
   #250 = BOUND_PARAMETER_ENVIRONMENT (  #251, #252 ) ;
      #251 = INSTANCE_ATTRIBUTE_REFERENCE (' ', #078);
      #252 = BOUND_MODEL_PARAMETER ( ' DEPTH', #253, ' ', $) ;
         #253 = FINITE_REAL_INTERVAL (50.000, .CLOSED., 60.000, .CLOSED.);
```

Fichero físico: datos

√ Para definir primitivas CSG se utiliza alguna de las instancias específicas, y se indica su colocación:

```
#056 = BASE_SOLID_SELECT ( #78 ) ;
    #078 = BLOCK ( ‘ ’ , #79, 25, 25, 50 ) ;
        #079 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( ‘ ’, #aaa, #bbb, #ccc ) ;
```

√ Las unidades se especifican, al menos, para cada sólido:

```
#221 = MECHANICAL_DESIGN_GEOMETRIC_PRESENTATION_REPRESENTATION (  '', ( #040 ), #001 ) ;
    #040 = STYLED_ITEM ( ‘NONE ‘, (#xxx) , #yyy);
    …

    #001= ( GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT ( 3 )
         GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #2 ) )
         GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #3, #4, #5 ) )
         REPRESENTATION_CONTEXT ( 'NONE', 'WORKASPACE' ) );

        #002 = UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT (LENGTH_MEASURE(
        1.000000000000000100E-005 ), #3, 'distance_accuracy_value', 'NONE');

        #003 = ( LENGTH_UNIT ( ) NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( .MILLI., .METRE. ) )

        #004 = ( NAMED_UNIT ( * ) PLANE_ANGLE_UNIT ( ) SI_UNIT ( $, .RADIAN. ) );

        #005 = ( NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( $, .STERADIAN. ) SOLID_ANGLE_UNIT ( ) );
```

Fichero físico: datos

Los ficheros físicos gestionan dos tipos de anotaciones:

1. Anotaciones administrativas, que identifican el contenido

2. Anotaciones del modelo CAD

Las anotaciones administrativas permiten la trazabilidad de proceso de creación y edición del modelo CAD:

- Hay anotaciones para indicar autoría y propiedad:

```
#077 = CC_DESIGN_PERSON_AND_ORGANIZATION_ASSIGNMENT ( #43, #11, ( #7 ) ) ;
    #043 = PERSON_AND_ORGANIZATION ( #114, #49 ) ;
        #114 = PERSON ( 'UNSPECIFIED', 'UNSPECIFIED', 'UNSPECIFIED',
                ('UNSPECIFIED'), ('UNSPECIFIED'), ('UNSPECIFIED') ) ;
        #49 = ORGANIZATION ( 'UNSPECIFIED', 'UNSPECIFIED', '' ) ;
    #011 = PERSON_AND_ORGANIZATION_ROLE ( 'creator' ) ;
    #007 = PRODUCT_DEFINITION_FORMATION_WITH_SPECIFIED_SOURCE (
    'ANY', '', #101, .NOT_KNOWN. ) ;
        #101 = PRODUCT ( 'Pieza2 203', 'Pieza2 203', '', ( #143 ) ) ;
            #143 = MECHANICAL_CONTEXT ( 'NONE', #134, 'mechanical' ) ;
                #134 = APPLICATION_CONTEXT ( 'configuration controlled
                    3d designs of mechanical parts and assemblies' ) ;
```

Los traductores comerciales siguen usando algunas entidades obsoletas

- Hay anotaciones para controlar las fechas y accesos:

```
#138 = CC_DESIGN_DATE_AND_TIME_ASSIGNMENT ( #155, #131, ( #1 ) ) ;
    #155 = DATE_AND_TIME ( #23, #152 ) ;
        #023 = CALENDAR_DATE ( 2018, 16, 5 ) ;
        #152 = LOCAL_TIME ( 0, 36, 46.00000000000000000, #126 ) ;
            #126 = COORDINATED_UNIVERSAL_TIME_OFFSET ( 1, 0, .AHEAD. ) ;
    #131 = DATE_TIME_ROLE ( 'classification_date' ) ;
    #001 = SECURITY_CLASSIFICATION ( '', '', #52 ) ;
        #52 = SECURITY_CLASSIFICATION_LEVEL ( 'unclassified' ) ;
```

Fichero físico: datos

Los ficheros físicos gestionan dos tipos de anotaciones:

1 Anotaciones administrativas, que identifican el contenido

2 Anotaciones del modelo CAD

Las anotaciones CAD semánticas de los protocolos AP 203 y AP214 están principalmente vinculadas a los dibujos (ISO 10303-1206:2014 Draughting annotations:

#723= DRAUGHTING_MODEL_ITEM_ASSOCIATION (' ', ' ', #723, #724, #725);

#723=FLATNESS_TOLERANCE (' ', ' ', #217, #130);

#217=LENGTH_MEASURE_WITH_UNIT (LENGTH_MEASURE(0.1), $);

#130=SHAPE_ASPECT (' ', 'GDT', #049, .F.);

#049=PRODUCT_DEFINITION_SHAPE (' ', ' ', #228);

#0228=PRODUCT_DEFINITION (' ', ' ', #4368);

#724= DRAUGHTING_MODEL (' ', (#711, #xxx,…));

#711= ANNOTATION_PLANE (' ', (#712, #xxx,…), $, $);

…

A veces se apoyan en símbolos predefinidos, pero, en otras ocasiones se usan símbolos "delineados" sin ninguna carga semántica:

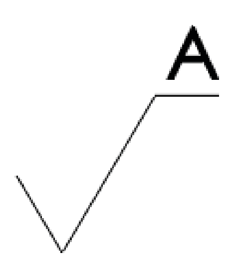
#725= DRAUGHTING_CALLOUT('Flatness', (#790)) ;

#790= TESSELLATED_ANNOTATION_OCCURRENCE(' , (#aaa), #bbb) ;

Fichero físico: datos



Las anotaciones no predefinidas se guardan en el formato STEP como trazos geométricos (sin ningún tipo de semántica):




```
#33=COORDINATES_LIST('',2,((-2.128,25.,-2.600),(-7.479,34.070,-2.60)));
#32=TESSELLATED_CURVE_SET('',#33,((1,2)));

#35=COORDINATES_LIST('',2,((-2.128,25.,-2.600),(8.573,43.141,-2.600)));
#34=TESSELLATED_CURVE_SET('',#35,((1,2)));

#37=COORDINATES_LIST('',2,
((8.573,43.141,-2.600),(15.889,43.141,-2.600)));
#36=TESSELLATED_CURVE_SET('',#37,((1,2)));

#38=COORDINATES_LIST('',31,
((12.301,53.369,-2.600),(13.466,53.369,-2.600),(15.809,44.903,-2.600),(14.604,44.903,-2.600),(14.128,46.651,-
2.600),(11.652,46.651,-2.600),(11.149,44.903,-2.600),(9.944,44.903,-2.600),(12.896,51.124,-2.600),(12.589,50.0336,-
2.600),(12.281,48.943,-2.600),(12.127,48.397,-2.600),(12.088,48.261,-2.600),(12.0793,48.227,-2.600),(12.076,48.218,-
2.600),(12.076,48.216,-2.600),(12.0793,48.216,-2.600),(12.088,48.216,-2.600),(12.126,48.216,-2.600),(12.278,48.216,-
2.600),(12.883,48.216,-2.600),(13.489,48.216,-2.600),(13.640,48.216,-2.600),(13.678,48.216,-2.600),(13.688,48.216,-
2.600),(13.690,48.216,-2.600),(13.690,48.218,-2.600),(13.688,48.227,-2.600),(13.678,48.261,-2.600),(13.641,48.397,-
2.600),(13.492,48.943,-2.600)));
#39=COMPLEX_TRIANGULATED_SURFACE_SET('',#38, 31,
((0.,0.,1.)),(),((8,7,6),(19,6,20),(15,8,6),(17,16,6),(19,18,6),(17,6,18),(20,6,21),(15,6,16),(14,13,8),(12,1,8),(13,12,8),(11,
1,12),(1,10,9),(10,1,11),(14,8,15),(22,21,5),(24,23,5),(22,5,23),(4,3,5),(26,25,5),(25,24,5),(5,3,27),(21,6,5),(31,30,2),(9,
2,1),(2,9,31),(29,3,30),(27,26,5),(28,3,29),(3,28,27),(2,30,3)),());

#27=TESSELLATED_GEOMETRIC_SET('note',(#32,#34,#36,#39));
#26=TESSELLATED_ANNOTATION_OCCURRENCE('Elemento de detalle1',(#31),#27);
#40=DRAUGHTING_CALLOUT('Elemento de detalle1',(#26));
```




```
#38=COORDINATES_LIST('',31,
((12.301,53.369,-2.600),(13.466,53.369,-2.600),(15.809,44.903,-2.600),(14.604,44.903,-2.600),(14.128,46.651,-
2.600),(11.652,46.651,-2.600),(11.149,44.903,-2.600),(9.944,44.903,-2.600),(12.896,51.124,-2.600),(12.589,50.0336,-
2.600),(12.281,48.943,-2.600),(12.127,48.397,-2.600),(12.088,48.261,-2.600),(12.0793,48.227,-2.600),(12.076,48.218,-
2.600),(12.076,48.216,-2.600),(12.0793,48.216,-2.600),(12.088,48.216,-2.600),(12.126,48.216,-2.600),(12.278,48.216,-
2.600),(12.883,48.216,-2.600),(13.489,48.216,-2.600),(13.640,48.216,-2.600),(13.678,48.216,-2.600),(13.688,48.216,-
2.600),(13.690,48.216,-2.600),(13.690,48.218,-2.600),(13.688,48.227,-2.600),(13.678,48.261,-2.600),(13.641,48.397,-
2.600),(13.492,48.943,-2.600)));
#39=COMPLEX_TRIANGULATED_SURFACE_SET('',#38, 31,
((0.,0.,1.)),(),((8,7,6),(19,6,20),(15,8,6),(17,16,6),(19,18,6),(17,6,18),(20,6,21),(15,6,16),(14,13,8),(12,1,8),(13,12,8),(11,
1,12),(1,10,9),(10,1,11),(14,8,15),(22,21,5),(24,23,5),(22,5,23),(4,3,5),(26,25,5),(25,24,5),(5,3,27),(21,6,5),(31,30,2),(9,
2,1),(2,9,31),(29,3,30),(27,26,5),(28,3,29),(3,28,27),(2,30,3)),());
```

Fichero físico: STEP



Pese a su popularidad como forma de intercambio de modelos CAD, el fichero físico de STEP tiene varios inconvenientes destacables:

- Es difícil de interpretar, porque no se puede leer secuencialmente
- La estructura modular de STEP lo hace ineficiente, porque las instancias dependientes descomponen las operaciones en muchas entidades, y no reutiliza instancias comunes
- Permite "aromas", dado que una misma operación se puede expresar mediante instancias, o conjuntos de instancias, diferentes

Por ejemplo, para colorear un sólido se utilizan muchas instancias:

#095 = PRESENTATION_LAYER_ASSIGNMENT ('', '', (#40))
#040 = STYLED_ITEM ('NONE ', (#250) , #112);
#250 = PRESENTATION_STYLE_ASIGNEMENT ((#004));
#004 = SURFACE_STYLE_USAGE (.BOTH. , #244);
#244 = SURFACE_SIDE_STYLE (' ' , #033);
#033 = SURFACE_STYLE_FILL_AREA (#002);
#002 = FILL_AREA_STYLE (' ', #106);
#106 = FILL_AREA_STYLE_COLOUR (' ', #149);
#149 = COLOUR_RGB (' ', 0.05 , 0.00, 0.00);

Por claridad, las instancias se han mostrado ordenadas, para lo que se ha alterado su secuencia

El segundo problema es que, típicamente, puede haber definiciones de color duplicadas

Fichero físico: STEP

- Aunque están en desuso, existen versiones cortas para los nombres de las entidades…

  …que hacen menos legible el fichero

Entity name	Short name
cartesian_point	cpt
vertex	vx
Edge	ed
edge_logical_structure	ed_strc
edge_loop	ed_loop

```
ISO-10303-21;
 HEADER; FILE_DESCRIPTION(('THIS FILE CONTAINS A SMALL SAMPLE STEP
MODEL'),'4;2');
 FILE_NAME('EXAMPLE STEP FILE #1',
 '2013-02-11T15:30:00',
 ('JOHN DOE',
 'ACME INC.',
 'METROPOLIS USA'),
 ('ACME INC. A SUBSIDIARY OF GIANT INDUSTRIES','METROPOLIS USA'),
 'CIM/STEP VERSION2',
 'SUPER CIM SYSTEM RELEASE 4.0',
'APPROVED BY JOE BLOGGS');
 FILE_SCHEMA(('EXAMPLE_GEOMETRY'));
 ENDSEC;
DATA;
/*
THE FOLLOWING 13 ENTITIES REPRESENT A TRIANGULAR EDGE LOOP
 */
#1=CPT(0.0,0.0,0.0); /* THIS IS A CARTESIAN POINT ENTITY */
#2=CPT(0.0,1.0,0.0);
#3=CPT(1.0,0.0,0.0);
#11=VX(#1); /* THIS IS A VERTEX ENTITY */
#12=VX(#2);
#13=VX(#3);
#16=ED(#11,#12); /* THIS IS AN EDGE ENTITY */
#17=ED(#11,#13);
#18=ED(#13,#12);
#21=ED_STRC(#17,.F.); /* THIS IS AN EDGE LOGICAL STRUCTURE ENTITY */
#22=ED_STRC(#18,.F.);
#23=ED_STRC(#16,.T.);
#24=ED_LOOP((#21,#22,#23)); /* THIS IS AN EDGE LOOP ENTITY */
 /*
OTHER SYNTACTICAL REPRESENTATIONS WERE POSSIBLE. THE PREVIOUS
EXAMPLE IS REPRESENTATIVE OF ONE POSSIBLE APPROACH.
 */
ENDSEC;
END-ISO-10303-21;
```

Fuente: www.steptools.com

Conclusiones

1 El formato neutro STEP es la mejor alternativa de intercambio de modelos CAD mediante ficheros neutros

- √ Es bastante completo
- √ Está suficientemente implantado
- √ Tiene perspectivas de futuro, porque se sigue desarrollando

2 Escribir un fichero STEP es potencialmente complejo, porque hay que ajustarse a un método de implementación:

- √ muy extenso
- √ muy estricto
- √ tiene muchas variantes

3 El lenguaje de modelado EXPRESS es suficientemente claro para:

- √ Permitir descripciones de modelos sencillos a usuarios con poca formación
- √ Permitir revisiones y comparaciones de los modelos usados por diferentes traductores de modelos CAD

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

4 El formato STEP también tiene potencial para llegar a emplearse como fichero de almacenamiento propio de diferentes aplicaciones CAD

El objetivo final es una base de datos de información de productos integrada que sea accesible y útil para todos los recursos necesarios para respaldar un producto durante su ciclo de vida

5 El poder de las herramientas de modelado STEP permite desarrollar mejores modelos

Permite aumentar la calidad de los modelos

6 Pero las herramientas y la metodología de STEP son extraordinariamente difíciles de dominar

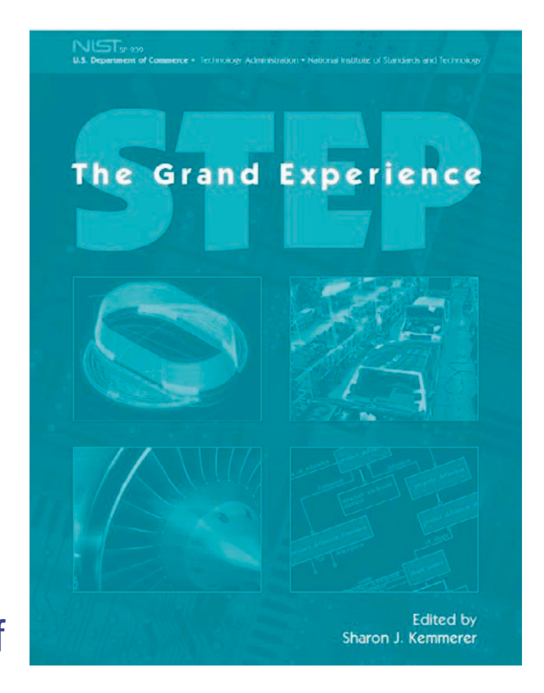
Debido a su extensión, y a su desarrollo mediante trabajo en paralelo durante mucho tiempo:

- √ Falta armonización
- √ Hay solapes

Para saber más de STEP:

- √ Subcomite 4 del Comité 184 de ISO:
  https://www.iso.org/committee/54158.html
- √ The CAx Implementor Forum:
  http://www.cax-if.org
- √ PDES Inc.:
  http://www.pdesinc.org
- √ STEP AP242:
  http://www.ap242.org/
- √ WIKISTEP:
  http://www.wikistep.org
- √ NIST special publication 939

  https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication939.pdf



Para saber más

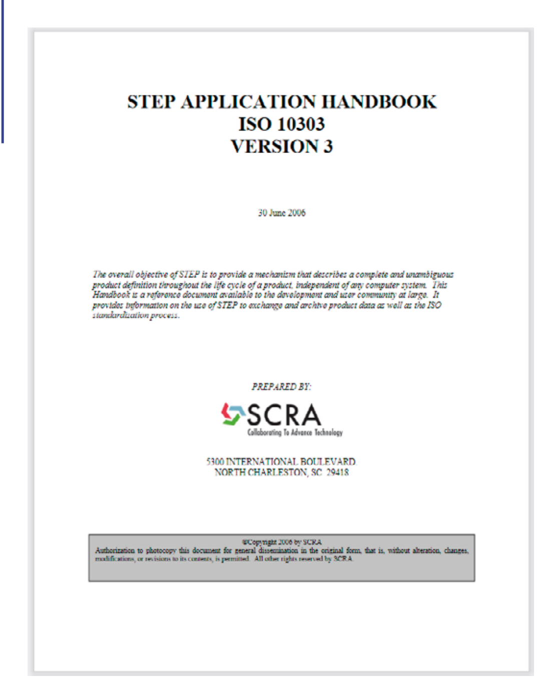
Para saber más del lenguaje EXPRESS:

- √ https://en.wikipedia.org/wiki/EXPRESS_(data_modeling_language)
- √ http://www.steptools.com/library/standard/p21e3_dis_paris.html#clause-11

Para saber más del fichero físico:

- √ http://www.jsdai.net/support/about-step/step-file
- √ http://www.steptools.com/library/standard/p21e3_dis_paris.html#clause-11

Otros documentos para contextualizar STEP:



STEP APPLICATION HANDBOOK
ISO 10303
VERSION 3

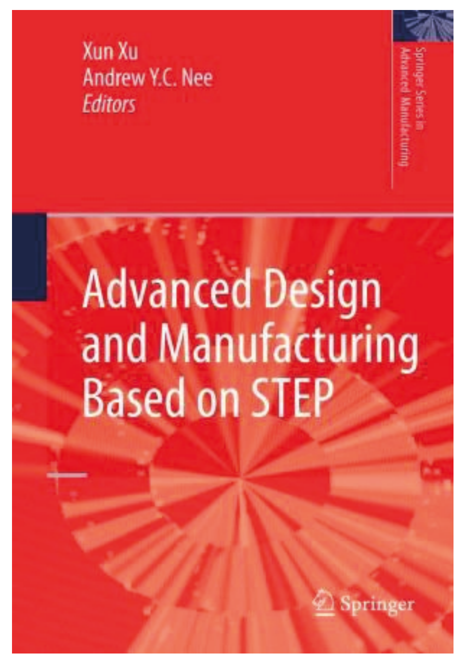
30 June 2006

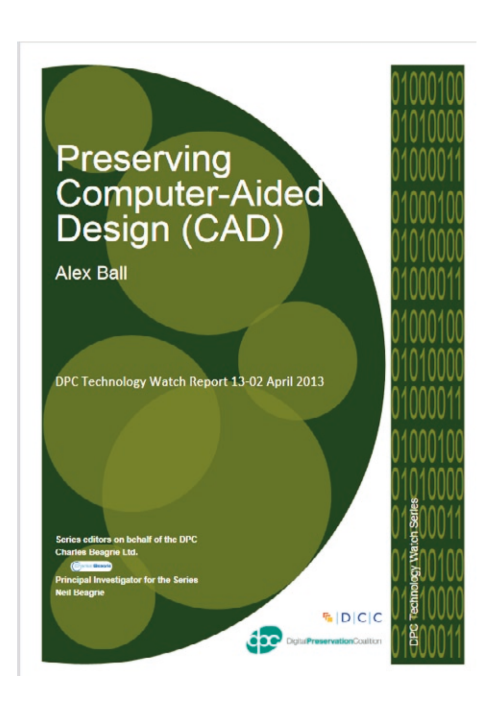
The overall objective of STEP is to provide a mechanism that describes a complete and unambiguous product definition throughout the life cycle of a product, independent of any computer system. This Handbook is a reference document available to the development and user community at large. It provides information on the use of STEP to exchange and archive product data as well as the ISO standardization process.

PREPARED BY:

SCRA
Collaborating To Advance Technology

5300 INTERNATIONAL BOULEVARD
NORTH CHARLESTON, SC 29418





Disponible en:
http://www.asd-ssg.org/c/document_library/get_file?uuid=1a27ecc6-6570-40cd-b611-f02bac2c2687&groupId=11317

ISBN 978-1-84882-739-4

ISSN: 2048-7916
DOI: http://dx.doi.org/10.7207/twr13-02

Ejercicio 1.10.1. Traducir formato

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones
Evaluación

La figura muestra el croquis de diseño de un soporte

Las tareas a realizar son:

A Obtenga el modelo sólido del soporte en Solidworks

B Exporte el modelo en formato IGES

C Importe el modelo desde el formato IGES a SolidWorks

D Haga un reconocimiento automático del modelo importado, hasta obtener un árbol del modelo similar al original

ISBN: 978-84-18432-81-1

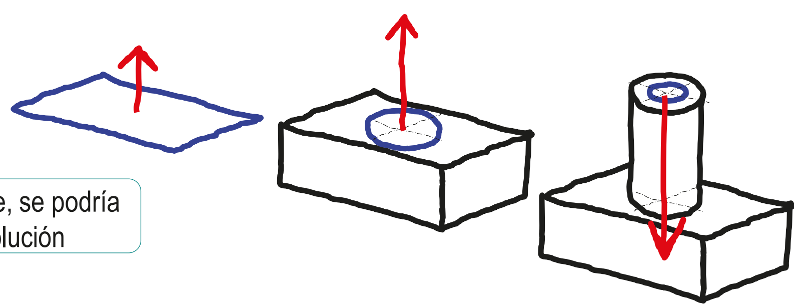
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Estrategia

La estrategia para modelar el soporte es simple:

- Obtenga la base por extrusión
- Obtenga la boquilla por extrusión
- Añada el agujero como taladro





La estrategia para exportar e importar de nuevo el modelo es:

- Utilice *Guardar como* para salvar el fichero inicial con un nuevo tipo de formato
- Utilice *Abrir* para importar el fichero con el nuevo formato
- Utilice las herramientas del menú *Migración de datos* para convertir el modelo mudo resultado de la importación en un modelo procedural



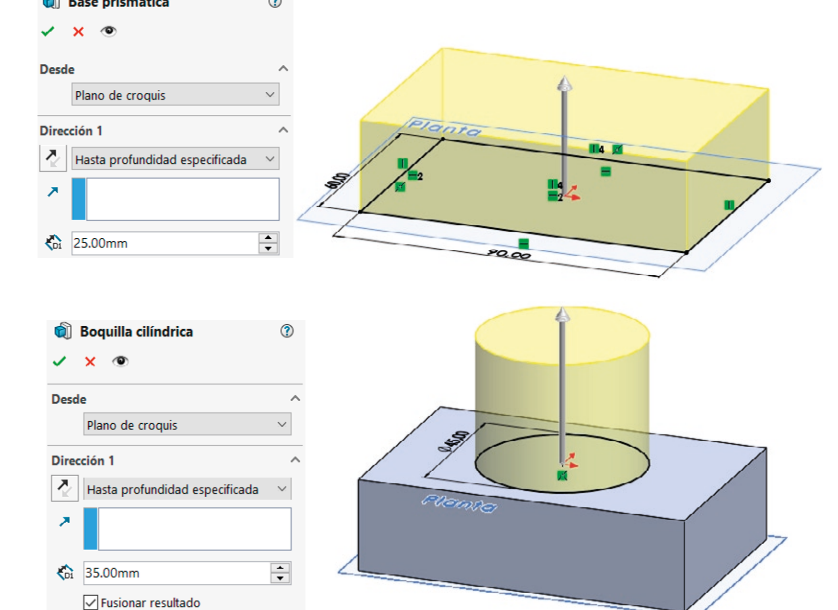
ISBN: 978-84-18432-81-1

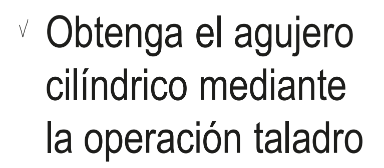
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Obtenga el modelo sólido de la pieza:

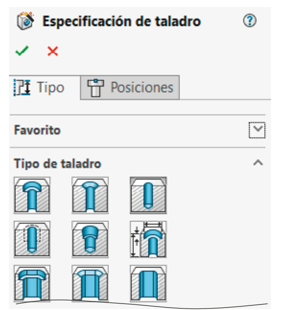
- Obtenga la base prismática por extrusión de un perfil rectangular dibujado en la planta

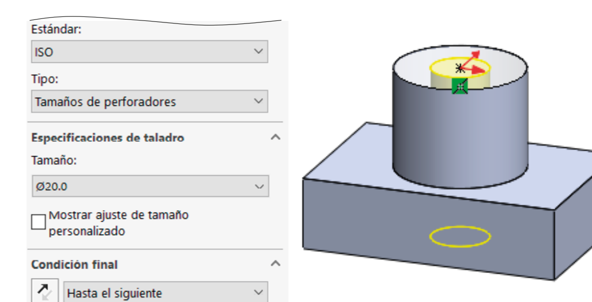
- Obtenga la boquilla cilíndrica por extrusión de un perfil redondo situado en la cara superior de la base





- Obtenga el agujero cilíndrico mediante la operación taladro





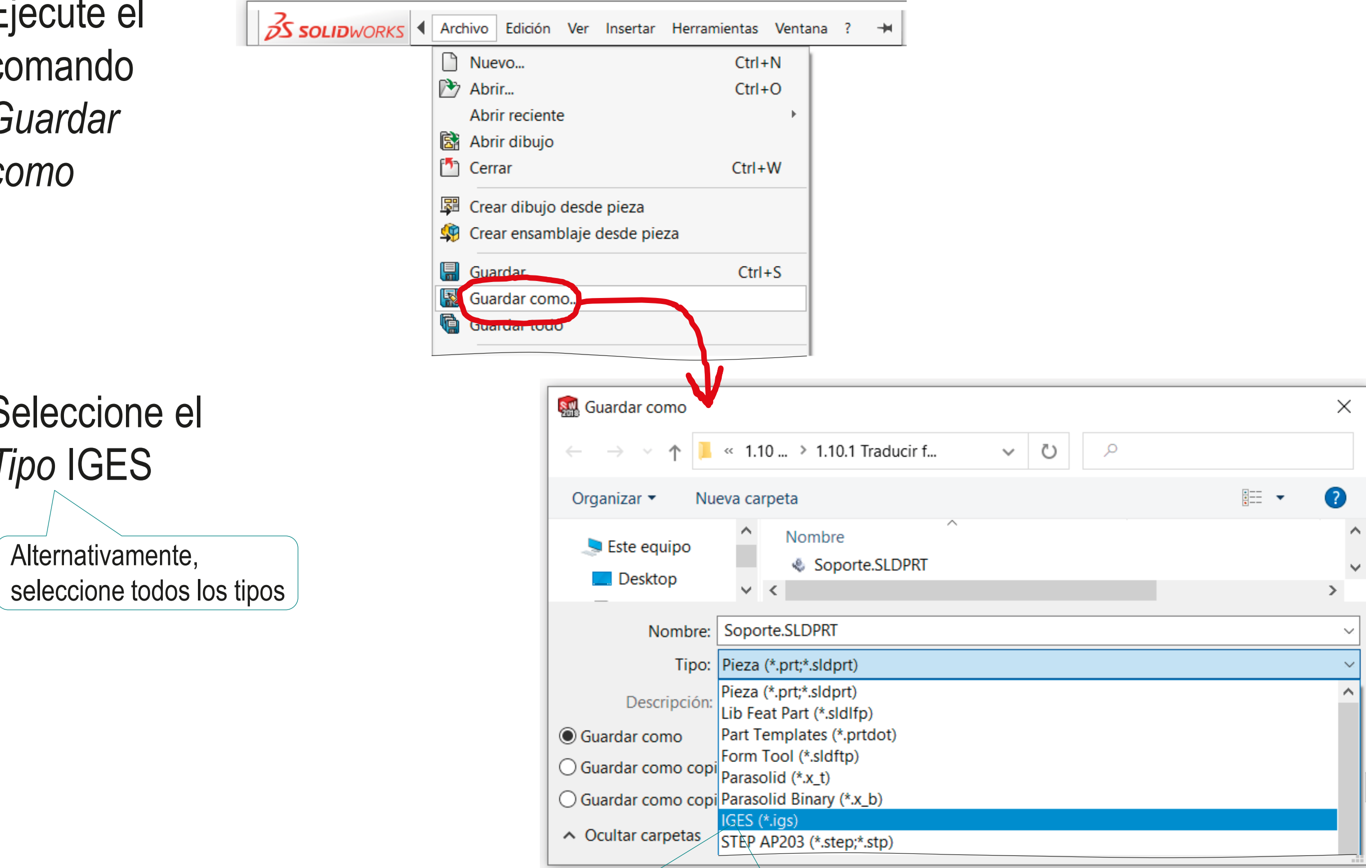
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Exporte el fichero de la pieza en formato IGES

- Ejecute el comando *Guardar como*
- Seleccione el *Tipo* IGES

Alternativamente, seleccione todos los tipos



Se puede exportar a otros formatos distintos, modificando el *tipo*

Ejecución

Tarea

Estrategia

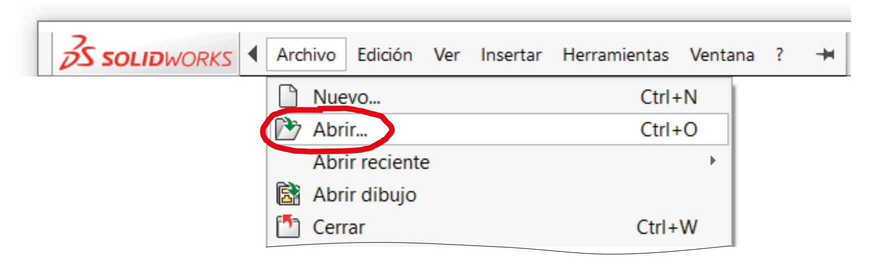
Ejecución

Conclusiones

Evaluación

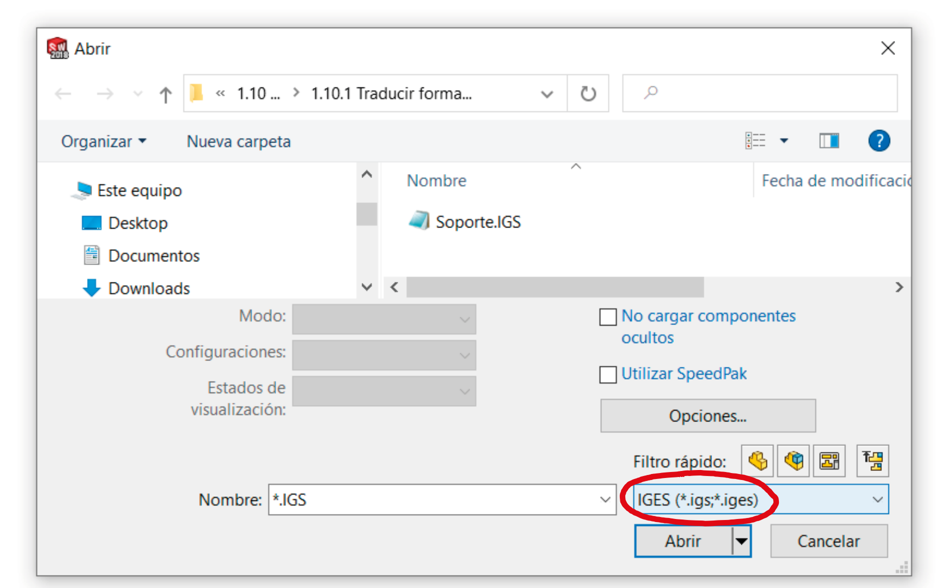
Importe el modelo de la pieza desde el formato IGES:

- Ejecute el comando *Abrir*



- Seleccione el *Tipo* IGES

- Seleccione el fichero del modelo



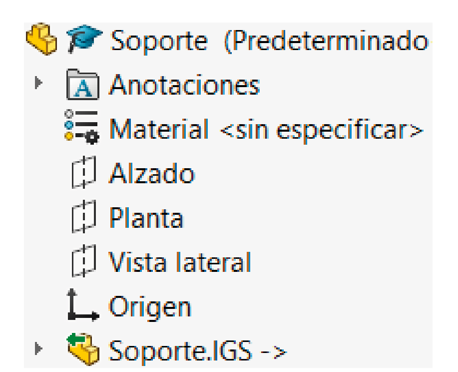
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

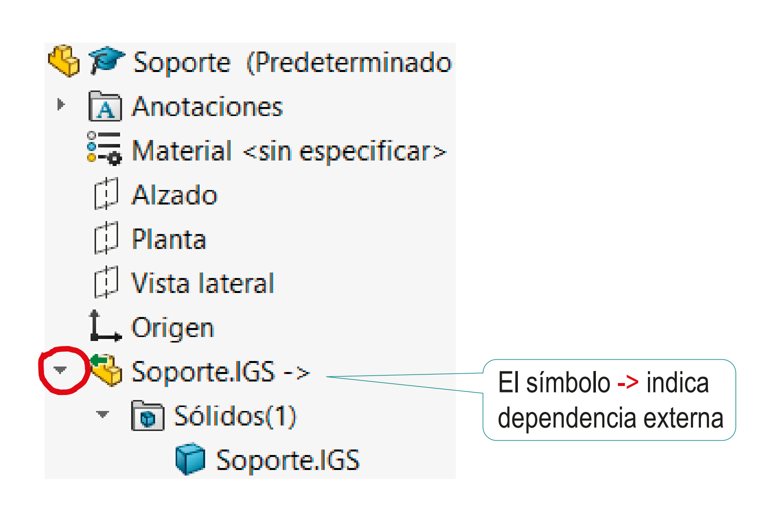
Ejecución

Observe que el modelo resultante es mudo, y está vinculado al sólido de IGES:

√ Compruebe que en el árbol del modelo solo hay una operación, que corresponde con un sólido tipo B-Rep



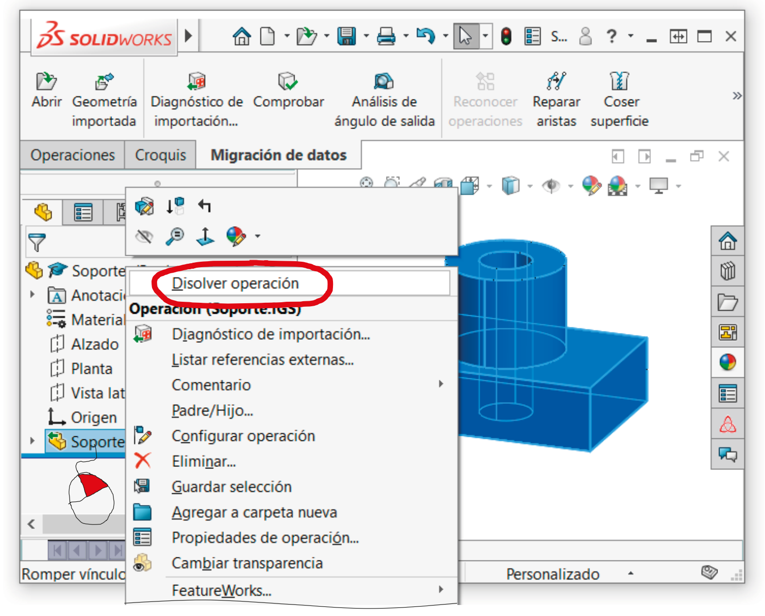
√ Despliegue la parte del árbol que corresponde al sólido de SolidWorks, para comprobar que está vinculado al sólido de IGES



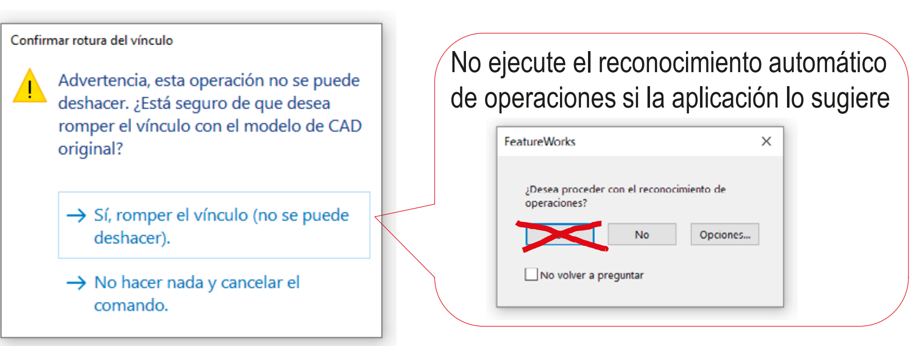
Aplique un reconocimiento automático, para obtener un modelo conceptual:

√ Utilice el comando *Disolver operación*, para desvincular el sólido B-Rep de SolidWorks del sólido de IGES

En caso contrario, no se puede utilizar la herramienta de reconocimiento



√ Confirme que quiere aplicar la rotura del vínculo con el Sólido de IGES

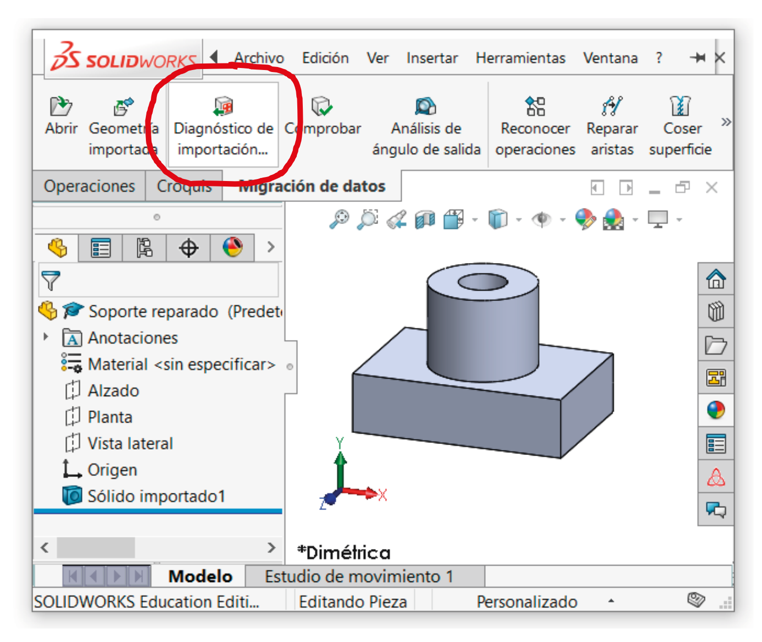


No ejecute el reconocimiento automático de operaciones si la aplicación lo sugiere

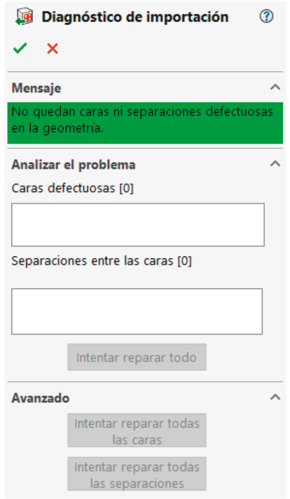
ISBN: 978-84-18432-81-1
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

- Utilice el diagnóstico de importación, para reparar posibles errores en la geometría

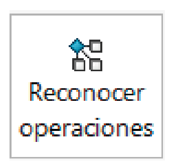


- Utilice las herramientas disponibles en el menú de diagnóstico, cuando sean necesarias para reparar geometría defectuosa

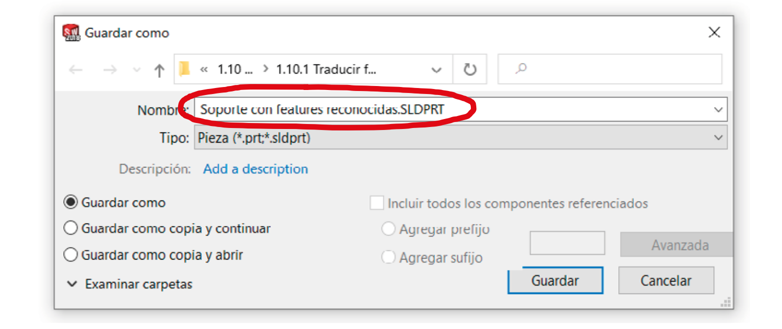


Ejecución

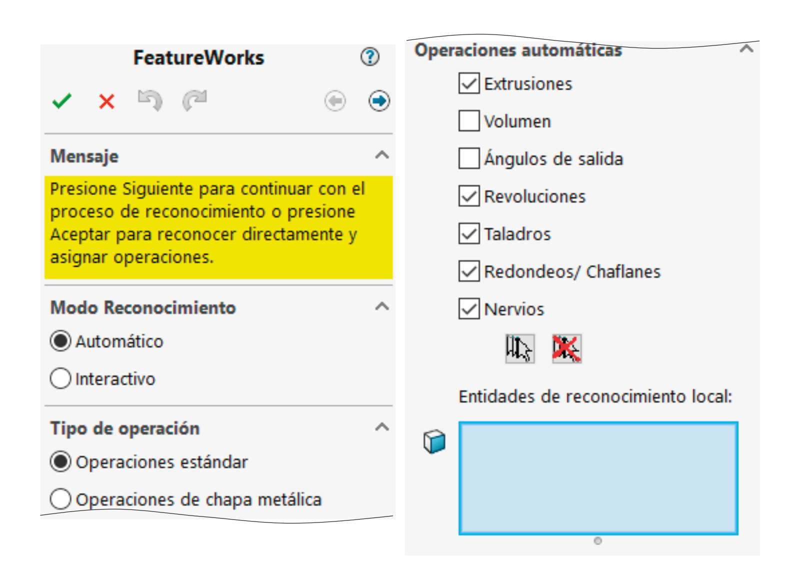
√ Ejecute ahora el comando de *Reconocer operaciones*



√ Seleccione un fichero nuevo para guardar el modelo con información procedural



√ Adapte las opciones de reconocimiento para obtener un árbol del modelo lo más parecido al original



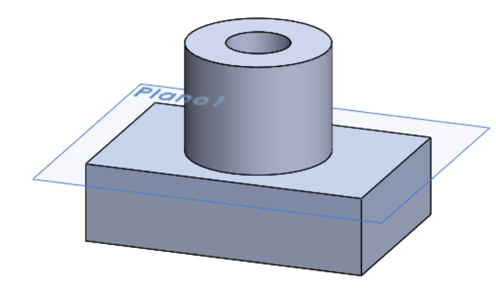
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Compare el resultado final respecto al modelo original:

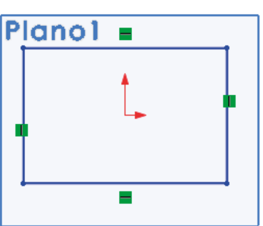
- Abra el fichero que se ha creado durante el reconocimiento

  Por defecto se queda abierto el fichero desde el que se ha realizado el reconocimiento



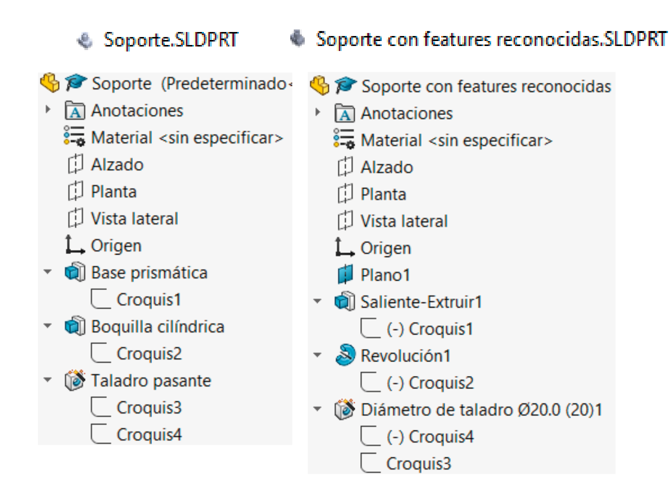
- Observe que la forma se ha mantenido

- Pero el tamaño no se ha mantenido de un modo consistente, porque los perfiles ya no están completamente restringidos



- Observe que se ha utilizado una revolución en lugar de una extrusión

- Observe que se ha generado un datum explícito en lugar del datum al vuelo que contenía al Croquis 2



Conclusiones

1 Los gestores de ficheros de las aplicaciones CAD incluyen opciones para importar y exportar entre distintos formatos

Las opciones de importación/exportación disponibles dependen de la aplicación

2 Las importaciones y exportaciones suelen considerar solo la geometría final

Se pierde la información procedural del modelo original

3 Los traductores inteligentes incluyen herramientas de análisis para obtener un procedimiento compatible con el modelo geométrico

El árbol del modelo resultante es viable, pero suele ser diferente al original

Se pierde la intención de diseño original

Evaluación

Evalúe si el modelo final cumple los criterios de calidad del modelado:

#	Criterio
M1	El modelo es válido
M2	El modelo está completo
M3	El modelo es consistente
M4	El modelo es conciso
M5	El modelo es claro
M6	El modelo transmite la intención de diseño

- ✗ El modelo importado puede contener errores, que se suelen resolver con la herramienta de *Diagnóstico de importación*, por lo que el modelo final suele ser válido
- ✗ El modelo importado está dudosamente completo, porque su tamaño no está controlado mediante restricciones explícitas
- ✗ El modelo importado no es consistente, porque no siempre mantiene el alineamiento con el sistema de referencia global, y contiene muchos croquis sub-restringidos
- ✗ El modelo importado siempre es tan conciso como el original, porque suele añadir datums intermedios
- ✗ El modelo importado no es claro, porque se han perdido las etiquetas de las operaciones del modelo original
- ✗ El modelo importado no mantiene la intención de diseño, ya que corresponde a un árbol del modelo modificado

Tarea

EREP es un formato de representación de modelos CSG editable y de alto nivel, de propósito académico

Hoffmann C.M. and Juan R. (1992). EREP: An editable high-level representation for geometric design and analysis. In Geometric Modeling for Product Realization, North-Holland Publishing Co., P.R. Wilson, M.J. Wozny, and M.J. Pratt, Eds. (Proc. IFIP WG5.2 Workshop on Geometric Modeling, Rensselaerville, NY, Sept/Oct 1992

En EREP se definen tres tipos principales de elementos característicos:

- √ Características de referencia (d-features): puntos, líneas, planos o sistemas completos de coordenadas
- √ Características generadas (g-features): formas geométricas que se construyen a partir de secciones bidimensionales (cross-sections) utilizando una de varias operaciones, como barridos (s-features), extrusiones (e-features) y revoluciones (r-features)
- √ Características de modificación de entidades (m-features): entidades que operan en geometría 3D y cambian aristas y vértices mediante achaflanado (c-feature), redondeando (o-feature) o fileteado (f-feature)

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Los fundamentos de la sintaxis del lenguaje EREP son:

- √ Es un lenguaje de programación

Por lo que transmite secuencias de órdenes, en forma de algoritmos

- √ Utiliza etiquetas (textos con significado predefinido, identificados por estar encerrados entre signos de menor y mayor), que identifican el significado del texto que encapsulan

<etiqueta> texto vinculado a la etiqueta ;

Las etiquetas están en inglés, y tienen un significado semejante al del lenguaje ordinario

El símbolo ; marca el final del texto vinculado a la etiqueta

- √ Utiliza el signo doble "dos puntos-igual" para indicar que se asigna un atributo a una etiqueta

<orientación> := paralelo <a>

- √ Es un lenguaje estructurado, por lo que la posición del texto afecta a su significado

<etiqueta1> texto vinculado a la etiqueta1
<etiqueta2> texto vinculado a la etiqueta 2;;

Se anidan las etiquetas cuando se quiere que una etiqueta forme parte del texto vinculado a otra etiqueta

ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Las sintaxis de sus características más comunes son:

- Una *extrusión* es un tipo de barrido en el que la trayectoria de barrido es recta y normal al plano de la sección recta (perfil), pero necesita más parámetros para definirla:

```
<e_feature>    ::= FEATURE <name> <stamp> EXTRUDED;
                      <feat_depends> ;
                      <volumetric_type> ;
                      { <l_datum> }
                      <e_trajectory> ;
                      <e_extent> ;
                      <cross_section> ;
                      <pattern>
                   END_FEATURE
```

  - Una extrusión de tipo PROTRUSION añade material
  - Una extrusión de tipo CUT elimina material
  - Se debe indicar la extensión de la extrusión, para lo que se indica donde empieza (from), y donde acaba (to)

```
<volumetric_type> ::= PROTRUSION  <orientation>
                    |  CUT  <orientation>

<e_trajectory> ::= TRAJECTORY NORMAL
                 |  TRAJECTORY <datum_axis>

<e_extent>     ::= EXTENT <e_from_spec> <e_to_spec>

<e_from_spec>  ::= FROM offset  |   FROM ALL
                 | FROM face    |   FROM <datum_plane>

<e_to_spec>    ::= TO   offset  |   TO   ALL
                 | TO   face    |   TO   <datum_plane>
```

Offset es la separación entre el principio/fin de la extrusión, y el plano de la sección recta

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea

- Una *sección recta* es un tipo de dibujo geométrico en el que se define un perímetro cerrado delimitado por líneas y contenido en un plano:

```
<cross_section> ::= CROSS_SECTION <name>;
                      PLANE <sketching_plane>
                      COMPONENTS
                        <component_list>
                      END_COMPONENTS
                      AUXILIARY
                        <components_list>
                      END_AUXILIARY
                      CONSTRAINTS
                        <constraint_list>
                      END_CONSTRAINTS
                      CONSTRUCTION
                        POS <point_id> <position>
                      END_CONSTRUCTION
                    END_CROSS_SECTION
```

  - Una sección recta puede estar contenida en una cara del sólido, o en un plano datum
  - Las líneas pueden ser segmentos de recta, arcos de circunferencia o splines

```
<sketching_plane> ::= face    |  <datum_plane>

<components_list> ::= <component>
                    |  <components_list> ; <component>

<component>       ::= <line>  |  <arc>  |  <spline>

<line>            ::= LINE <line_id> <point_id> <point_id>

<arc>             ::= ARC3  <arc_id> <point_id> <point_id> <point_id>
                    | ARCC+ <arc_id> <point_id> <point_id> <point_id>
                    | ARCC- <arc_id> <point_id> <point_id> <point_id>

<spline>          ::= SPLINE <spline_id> <type>
                        <point_id> <point_id> {<point_id>}
```

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

√ Los elementos geométricos de una sección recta se relacionan mediante restricciones

```
<constraint>      ::=  <sec_geo_constr>  |  <sec_oth_constr>

<sec_geo_constr>  ::=  <sec_geo2_verb> <name> <name>
                   |   <sec_geo3_verb> <name> <name> <name>

<sec_geo2_verb>   ::=  ALIGN  |  TANGEN  |  ON
                   |   PARAL  |  PERP    |  CONCEN

<sec_geo3_verb>   ::=  COLLIN

<sec_oth_constr>  ::=  <sec_oth2_verb> <sec_oth_symb> <name> <name>
                   |   <sec_oth3_verb> <sec_oth_symb> <name> <name> <name>
                   |   <relation>

<sec_oth2_verb>   ::=  ANGLE  |  DISTAN

<sec_oth3_verb>   ::=  ANGLE

<sec_oth_symb>    ::=  <name>
```

√ Para definir una restricción se pueden utilizar diferentes tipos de relaciones, descritas en lenguaje algorítmico

```
<relation>        ::= <simple_rel>
                   |  <compound_rel>

<simple_rel>      ::= <assignment>
                   |  <relational>

<assignment>      ::= <sec_oth_symb> = <exp>

<exp>             ::= an arithmetic expression

<relational>      ::= a Boolean expression using relational and
                      Boolean operations

<compound_rel>    ::= IF <relational> THEN
                        <relation>
                      { ELSE
                        <relation> }
                      ENDIF

<position>        ::= ( <number> , <number> )
                   |  INTERSECTION <component_id> <component_id>

<component_id>    ::= <line_id>
                   |  <arc_id>
                   |  <spline_id>
```


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea

- Tarea
- Estrategia
- Ejecución
- Conclusiones

√ Los elementos de referencia (*datums*) pueden ser de dos tipos:

√ Un *feature datum* es un datum explícito y externo al modelo

√ Un *local datum* es un datum al vuelo, definido a partir de la geometría del modelo

```
<d_feature> ::= FEATURE <name> <stamp>
                 <feat_depends> ;
                 <datum_type> <orient_modification> ;
                 <constraint list>
               END_FEATURE

<orient_modification> ::=  <empty>  |  ORIENT_OPPOSITE

<feat_depends>        ::=  <empty>
                       |   <feat_depends> , <name>


<l_datum>    ::= DATUM <datum_id> <datum_type> <orient_modification> ;
                  <constraint list>
                END_DATUM

<datum_type> ::= DATUM_POINT | DATUM_AXIS | DATUM_PLANE | DATUM_CS
```

√ Se pueden usar datums y sistemas de datums:

√ Los datums pueden ser puntos, ejes y planos

√ Los sistemas de datums son sistemas de coordenadas cartesianas (x, y, z)

√ Todos se definen mediante restricciones que los relacionan con el sistema principal de referencia

```
<constraint_list> ::= <geo_constraint>
                   |  <constraint_list> ; <geo_constraint>

<geo_constraint>  ::= <const_verb> <const_type> <name>

<const_verb>      ::= ON

                   |  PARALLEL  |  OFFSET  <exp>
                   |  NORMAL    |  ANGLE   <exp>

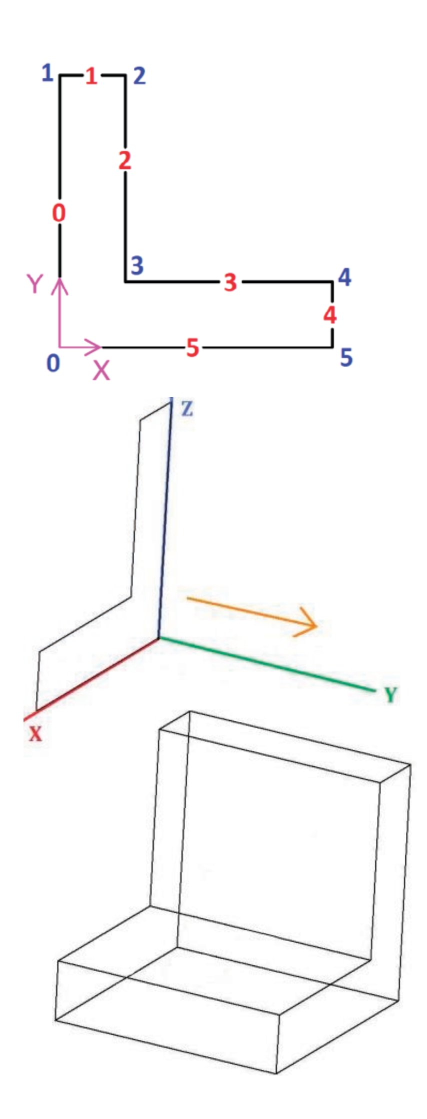

<const_type>      ::= <empty>
                   |  EDGE   |  FACE
                   |  CSA_X  |  CSA_Y  |  CSA_Z
                   |  CSP_X  |  CSP_Y  |  CSP_Z
```

Tarea

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

En la figura se muestra el proceso de creación de un soporte en L:

- √ se define un perfil bidimensional en forma de L
- √ se utiliza para una extrusión, de tipo *protrusion*
- √ que produce un soporte en L sólido



ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

En la figura se muestra la representación EREP del soporte en L:

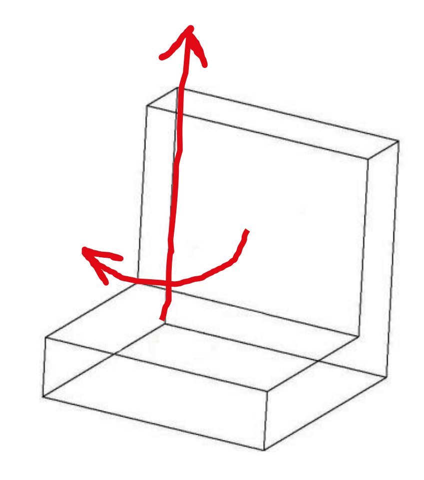
```
<part> ::= PART <Angle_bracket> <1>
        <global_info> ::=GLOBAL UNITS mm;
        <features_list> :: = <Bracket>;
        END_PART

<e_feature_1> ::= FEATURE<Bracket> <1> EXTRUDED;
                <volumetric_type> ::=PROTUSION <orientation_1>
                        <orientation_1> ::= PARALLEL CSA_Y csys1;
                <e_trajectory> ::= TRAJECTORY NORMAL;
                <e_extent> ::= EXTENT FROM <Bracket_section> TO offset 50;
                <cross_section> ::= <Bracket_section>;
        END_FEATURE

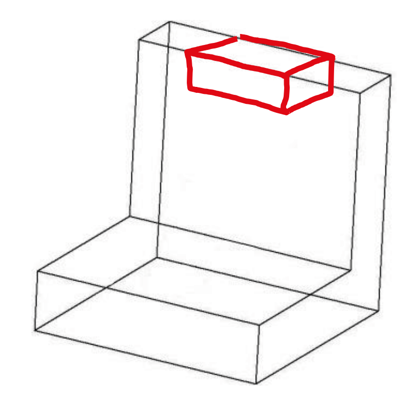
<cross_section> ::= CROSS_SECTION <Bracket_section>;
                        PLANE CSP_Y csys1;
                        COMPONENTS
                                POINT <POINT_0> <0, 0>
                                POINT <POINT_1> <0, 50>
                                POINT <POINT_2> <12, 50>
                                POINT <POINT_3> <12, 12>
                                POINT <POINT_4> <50, 12>
                                POINT <POINT_5> <50, 0>
                                LINE <LINE_0> <POINT_0, POINT_1>
                                LINE <LINE_1> <POINT_1, POINT_2>
                                LINE <LINE_2> <POINT_2, POINT_3>
                                LINE <LINE_3> <POINT_3, POINT_4>
                                LINE <LINE_4> <POINT_4, POINT_5>
                                LINE <LINE_5> <POINT_5, POINT_0>
                        END_COMPONENTS
                        CONSTRAINTS
                                PARAL <LINE_0, LINE_2, LINE_4>
                                PARAL <LINE_1, LINE_3, LINE_5>
                                PERPENDICULAR <LINE_0, LINE_1>
                        END_CONSTRAINTS
                END_CROSS_SECTION
```

La tarea es:

A Modifique la representación del soporte en L, hasta conseguir que quede girado respecto a su posición inicial, un ángulo de 90° respecto al eje Z



B Modifique la representación del soporte en L original, hasta conseguir añadir una ranura de sección rectangular centrada en el borde superior



Estrategia

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

La estrategia consiste en analizar el modelo y aplicar los cambios pedidos:

√ Lea con detenimiento las características del lenguaje de representación EREP dadas en las páginas anteriores

√ Analice la representación EREP del modelo original, para identificar sus diferentes partes

√ Defina las acciones necesarias para modificar la orientación del modelo

√ Busque las especificaciones que controlan la orientación del modelo

> Para un giro alrededor del eje Z, deberá cambiar las coordenadas X e Y

> Alternativamente, deberá cambiar el plano del perfil

√ Escriba unas especificaciones nuevas, que sirvan para crear una ranura

> Una ranura prismática es una extrusión de tipo *cut* (porque elimina material)

√ Añada la especificación de la ranura a la representación del modelo

> Deberá colocar la especificación de la ranura para que sea "hija" del sólido en forma de L

> También deberá quedar centrada

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Analice la información que contiene la representación del modelo:

√ Identifique el encabezamiento

Como su nombre indica, el encabezamiento suele estar formado por las primeras líneas del documento

```
<part> ::= PART <Angle_bracket> <1>
        <global_info> ::=GLOBAL UNITS mm;
        <features_list> :: = <Bracket>;
        END_PART
```

Compruebe que contiene información del título y las unidades de medida

√ Identifique la operación de barrido

Busque una operación de tipo “e-feature”

```
<e_feature_1> ::= FEATURE<Bracket> <1> EXTRUDED;
                <volumetric_type> ::=PROTUSION <orientation_1>
                        <orientation_1> ::= PARALLEL CSA_Y csys1;
                <e_trajectory> ::= TRAJECTORY NORMAL;
                <e_extent> ::= EXTENT FROM <Bracket_section> TO offset 50;
                <cross_section> ::= <Bracket_section>;
        END_FEATURE
```

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

√ Identifique la definición del perfil bidimensional

Busque la etiqueta que indica que se va a definir una sección recta de barrido

Compruebe que se define también el plano del perfil

```
<cross_section> ::= CROSS_SECTION <Bracket_section>;
        PLANE CSP_Y csys1;
        COMPONENTS
            POINT <POINT_0> <0, 0>
            POINT <POINT_1> <0, 50>
            POINT <POINT_2> <12, 50>
            POINT <POINT_3> <12, 12>
            POINT <POINT_4> <50, 12>
            POINT <POINT_5> <50, 0>
            LINE <LINE_0> <POINT_0, POINT_1>
            LINE <LINE_1> <POINT_1, POINT_2>
            LINE <LINE_2> <POINT_2, POINT_3>
            LINE <LINE_3> <POINT_3, POINT_4>
            LINE <LINE_4> <POINT_4, POINT_5>
            LINE <LINE_5> <POINT_5, POINT_0>
        END_COMPONENTS
        CONSTRAINTS
            PARAL <LINE_0, LINE_2, LINE_4>
            PARAL <LINE_1, LINE_3, LINE_5>
            PERPENDICULAR <LINE_0, LINE_1>
        END_CONSTRAINTS
    END_CROSS_SECTION
```


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176



Observe que los sangrados son una ayuda visual para leer los textos anidados

```
<part> ::= PART <Angle_bracket> <1>
          <global_info> ::=GLOBAL UNITS mm;
          <features_list> :: = <Bracket>;
          END_PART

<e_feature_1> ::= FEATURE<Bracket> <1> EXTRUDED;
                    <volumetric_type> ::=PROTUSION <orientation_1>
                              <orientation_1> ::= PARALLEL CSA_Y csys1;
                    <e_trajectory> ::= TRAJECTORY NORMAL;
                    <e_extent> ::= EXTENT FROM <Bracket_section> TO offset 50;
                    <cross_section> ::= <Bracket_section>;
          END_FEATURE

<cross_section> ::= CROSS_SECTION <Bracket_section>;
                              PLANE CSP_Y csys1;
                              COMPONENTS
                                        POINT <POINT_0> <0, 0>
                                        POINT <POINT_1> <0, 50>
                                        POINT <POINT_2> <12, 50>
                                        POINT <POINT_3> <12, 12>
                                        POINT <POINT_4> <50, 12>
                                        POINT <POINT_5> <50, 0>
                                        LINE <LINE_0> <POINT_0, POINT_1>
                                        LINE <LINE_1> <POINT_1, POINT_2>
                                        LINE <LINE_2> <POINT_2, POINT_3>
                                        LINE <LINE_3> <POINT_3, POINT_4>
                                        LINE <LINE_4> <POINT_4, POINT_5>
                                        LINE <LINE_5> <POINT_5, POINT_0>
                              END_COMPONENTS
                              CONSTRAINTS
                                        PARAL <LINE_0, LINE_2, LINE_4>
                                        PARAL <LINE_1, LINE_3, LINE_5>
                                        PERPENDICULAR <LINE_0, LINE_1>
                              END_CONSTRAINTS
                    END_CROSS_SECTION
```


ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

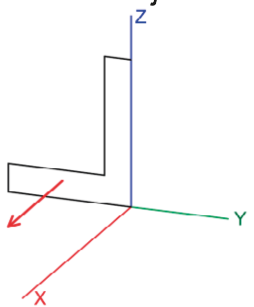
Los pasos para hacer la modificación de la orientación pedida son:

- Modifique la dirección de extrusión:
  - Busque la etiqueta que define la orientación de la extrusión

```
<part> ::= PART <Angle_bracket> <1>
        <global_info> ::=GLOBAL UNITS mm;
        <features_list> :: = <Bracket>;
        END_PART

<e_feature_1> ::= FEATURE<Bracket> <1> EXTRUDED;
                <volumetric_type> ::=PROTUSION <orientation_1>
                        <orientation_1> ::= PARALLEL CSA_Y csys1;
                <e_trajectory> ::= TRAJECTORY NORMAL;
                <e_extent> ::= EXTENT FROM <Bracket_section> TO offset 50;
                <cross_section> ::= <Bracket_section>;
        END_FEATURE
```

  - Cambie la dirección de extrusión original (paralela al eje Y), por una dirección paralela al eje X




```
<part> ::= PART <Angle_bracket> <1>
        <global_info> ::=GLOBAL UNITS mm;
        <features_list> :: = <Bracket>;
        END_PART

<e_feature> ::= FEATURE<Bracket> <1> EXTRUDED;
                <volumetric_type> ::=PROTUSION<orientation_1>
                        <orientation_1> ::= PARALLEL CSA_X csys1;
                        // La nueva extrusión será paralela al eje coordenado X (sentido +)
                <e_trajectory> ::= TRAJECTORY NORMAL;
                <e_extent> ::= EXTENT FROM <Bracket_section> TO offset 50;
                <cross_section> ::= <Bracket_section>;
        END_FEATURE
```

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

- Modifique el plano del perfil:
  - Defina un plano datum, coincidente con el semiplano negativo YZ

```
<d_feature> ::= FEATURE <Bracket_sketching_plane> <1>;
        <feat_depends> ::= CSP_X csys1;
        <datum_type> ::= DATUM_PLANE <OPPOSITE ORIENTED>;
        END_FEATURE
```

  - Defina el plano datum como plano de croquis

Alternativamente:

- Defina el plano YZ como plano de croquis
- Redefina las coordenadas de todos los vértices del perfil

```
<cross_section> ::= CROSS_SECTION <Bracket_section>;
                        PLANE <Bracket_sketching_plane>;
                        COMPONENTS
                                POINT <POINT_0> <0, 0>
                                POINT <POINT_1> <0, 50>
                                POINT <POINT_2> <12, 50>
                                POINT <POINT_3> <12, 12>
                                POINT <POINT_4> <50, 12>
                                POINT <POINT_5> <50, 0>
                                LINE <LINE_0> <POINT_0, POINT_1>
                                LINE <LINE_1> <POINT_1, POINT_2>
                                LINE <LINE_2> <POINT_2, POINT_3>
                                LINE <LINE_3> <POINT_3, POINT_4>
                                LINE <LINE_4> <POINT_4, POINT_5>
                                LINE <LINE_5> <POINT_5, POINT_0>
                        END_COMPONENTS
                        CONSTRAINTS
                                PARAL <LINE_0, LINE_2, LINE_4>
                                PARAL <LINE_1, LINE_3, LINE_5>
                                PERPENDICULAR <LINE_0, LINE_1>
                        END_CONSTRAINTS
                END_CROSS_SECTION
```


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

Añada la ranura en la parte superior del modelo original:

√ Defina el plano de simetría del soporte en L

```
<I_datum> ::= DATUM < Bracket_Symmetry_Plane> <DATUM_PLANE>
                <feat_depends> ::= <Bracket>;
                <constraint list> ::= <Constraint_1>
                        <geo_constraint>::= SYMMETRY_PLANE <Bracket> <Constraint_1>;
            END_FEATURE
```

// El plano datum <Bracket_Symmetry_Plane> es el plano de simetría del feature <Bracket>, en el caso de que existieran varios planos de simetría, se deberían incluir restricciones adicionales para definir el plano de simetría buscado, por ejemplo, que sea paralelo a un plano coordenado dado. El feature padre es la operación <Bracket>.

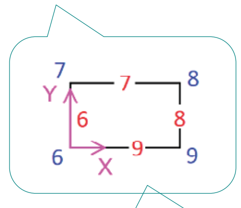
√ Defina la cara superior del soporte como datum al vuelo

```
<I_datum> ::= DATUM <Upper_face> <DATUM_PLANE>
                <feat_depends> ::= <Bracket>;
                <Constraint list> ::= <Constraint_2>
                                   <Constraint_3>;
                      <geo_constraint> ::= PARALLEL CSP_Z csys1 <Constraint_2>;
                      <geo_constraint> ::= ON <LINE_1> <Constraint_3>;
           END_DATUM
```

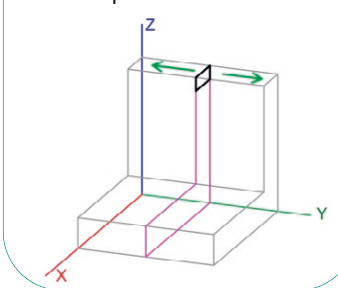
// El plano datum <Upper_face> es un plano seleccionado al vuelo, se corresponde con la cara superior del <Bracket> que se ha generado tras la extrusión del perfil <Bracket_section>, por lo tanto, es una cara paralela al plano coordenado Z=0, y además contiene a la arista 1 (LINE_1) del perfil <Bracket_section>. El feature padre es la operación <Bracket>.

Ejecución

√ Defina el perfil de la sección recta



Con ayuda de los datums definidos, le perfil se va a colocar sobre el plano de simetría y apoyado en la cara superior




```
<cross_section> ::= CROSS_SECTION <Slot_section>;
        PLANE <Bracket_Symmetry_Plane>;
        COMPONENTS
                POINT <POINT_6> <0, 0>
                POINT <POINT_7> <0, 7>
                POINT <POINT_8> <12, 7>
                POINT <POINT_9> <12, 0>
                LINE <LINE_6> <POINT_6, POINT_7>
                LINE <LINE_7> <POINT_7, POINT_8>
                LINE <LINE_8> <POINT_8, POINT_9>
                LINE <LINE_9> <POINT_9, POINT_6>
        END_COMPONENTS
        CONSTRAINTS
                PARAL <LINE_6, LINE_8>
                PARAL <LINE_7, LINE_9>
                PERPENDICULAR <LINE_6, LINE_7>
        END_CONSTRAINTS
        CONSTRUCTION
                POS <POINT_7, INTERSECTION <Upper_face>, CSP_X csys>;
//El vértice 7 (POINT_7), se encuentra sobre el plano de dibujo (plano de simetría del <Bracket>) y además
está situado en la intersección de los planos <Upper_face> y el plano coordenado X=0. Por lo tanto, su
posición en el espacio está determinada por la intersección de tres planos.
```

√ Defina una operación de extrusión tipo CUT

Extruyendo a ambos lados, para que quede simétrica

```
<e_feature> ::= FEATURE<Slot> <2> EXTRUDED;
        <feat_depends>::= <Bracket>; // Feature padre
        <volumetric_type>::=CUT <orientation_2>
                <orientation_2>::=PARALLEL CSA_Y csys1;
        <e_trajectory>::=TRAJECTORY NORMAL;
        <e_extent>::=EXTENT FROM <Slot_section> BOTH DIRECTIONS offset 20;
        //extrusion a ambos lados, la profundidad total de la ranura es de 20 mm
        <cross_section>::= <Slot section>;
    END_FEATURE
```

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

1 Las representaciones de modelos sólidos distinguen entre primitivas (características de forma), características de diseño (features) y elementos de referencia (datums)

> Aunque el “catálogo” disponible de cada tipo puede variar de un formato a otro

2 Si el formato es legible, se puede editar manualmente

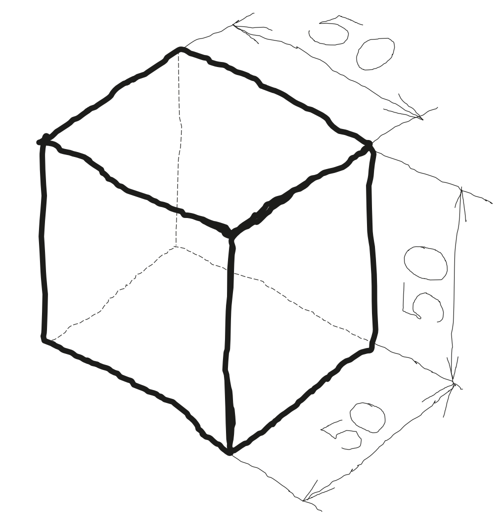
> Aunque hay que conocer la sintaxis particular, que puede ser bastante compleja y/o estricta

3 Conocer los formatos usados por las aplicaciones CAD para representar los modelos ayuda a entender la estructura interna de las aplicaciones

Ejercicio 1.10.3. Leer modelo STEP

Tarea

La figura muestra el croquis de diseño de un cubo



Las tareas a realizar son:

A Obtenga el modelo sólido del cubo en SolidWorks

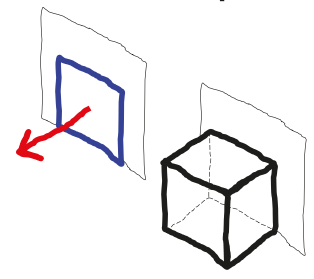
B Exporte el modelo en formato STEP

C Edite el formato STEP con un editor de textos, para agrupar las instancias por tipos

Estrategia

La estrategia para modelar el cubo es simple:

- √ Obtenga el cubo por extrusión de un cuadrado dibujado en el plano del alzado



La estrategia para exportar el modelo es:

- √ Utilice *Guardar como* para salvar el fichero inicial en formato STEP

Puesto que hay dos tipos de formato STEP implementados en SolidWorks, seleccione el formato AP 214, que s más moderno e incluye menos información administrativa

Para exportar un modelo STEP AP 242 se necesita disponer del módulo MBD

La estrategia para editar el modelo es:

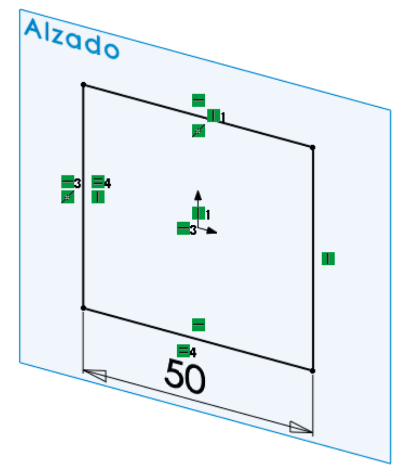
- √ Utilice un editor de texto para abrir el fichero STEP
- √ Utilice las opciones de reemplazar texto para simplificar los números reales
- √ Utilice las opciones de cortar y pegar del editor de textos para reagrupar las instancias del bloque de datos por tipos

ISBN: 978-84-18432-81-1

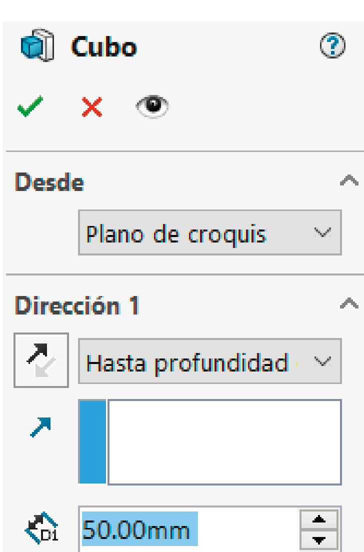
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

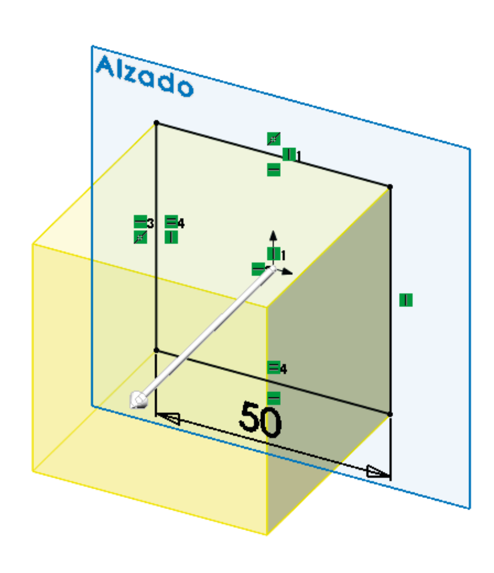
Obtenga el modelo sólido de la pieza:

√ Dibuje un croquis cuadrado en el alzado



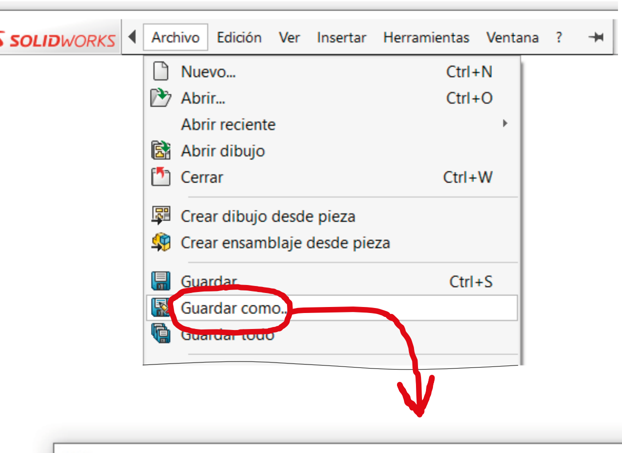
√ Obtenga el cubo por extrusión de un perfil cuadrado dibujado en el alzado



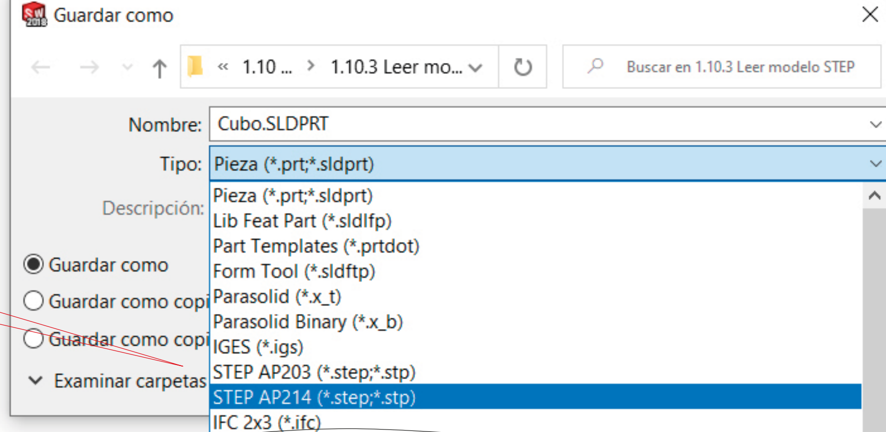


Exporte el fichero de la pieza en formato STEP

√ Ejecute el comando *Guardar como*



√ Seleccione el *Tipo* STEP AP 214



Observe que hay dos Protocolos diferentes

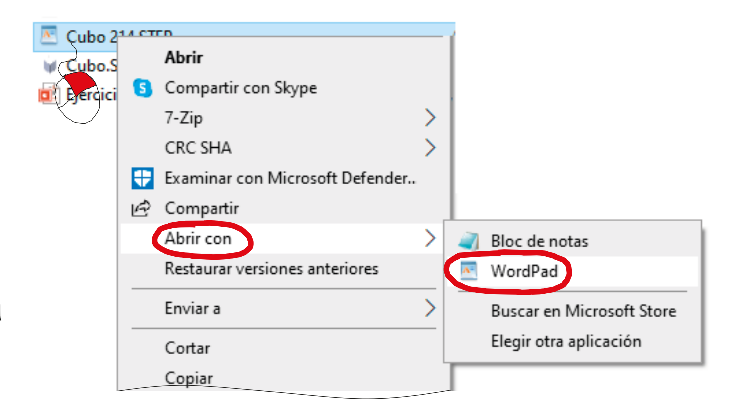
Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

Abra el fichero STEP con un editor de texto:

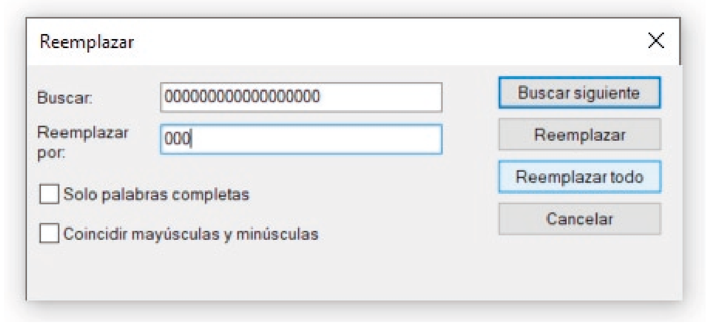
- Seleccione un editor de texto simple

  Por ejemplo, WordPad ®

- Abra el fichero que contiene la versión STEP del cubo



- Para mejorar la claridad, utilice el comando *Reemplazar todo* del editor de texto para simplificar los números reales con parte decimal nula a solo tres decimales



- Redondee manualmente el resto de números decimales

Ejecución

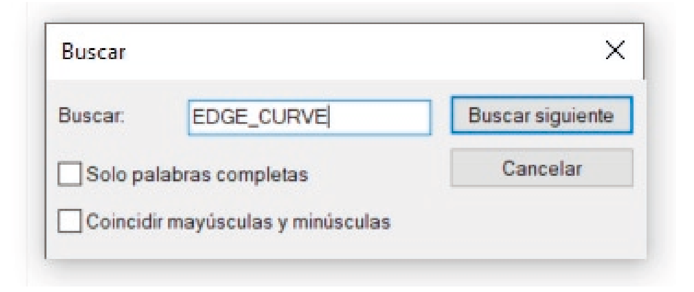
- Reagrupe todas las instancias que sean igual que la primera, copiándolas y pegándolas a continuación de ella:

  - Identifique la primera instancia del bloque de datos

```
ISO-10303-21;
HEADER;
FILE_DESCRIPTION (( 'STEP AP214' ),
    '1' );
FILE_NAME ('Cubo 214.STEP',
    '2021-01-25T21:49:35',
    ( '' ),
    ( '' ),
    'SwSTEP 2.0',
    'SolidWorks 2018',
    '' );
FILE_SCHEMA (( 'AUTOMOTIVE_DESIGN' ));
ENDSEC;

DATA;
#1 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #91, #176, #48, .T. ) ;
#2 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #107, .T. ) ;
#3 = UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT
(LENGTH_MEASURE( 1.000082E-05 ), #155, 'distance_accuracy_value',
'NONE');
```

  - Busque instancias del mismo tipo en el resto del documento



ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

√ Corte la primera instancia igual que encuentre

```
#45 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 1.0000 ) ) ;
#46 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#47 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #201, #15, #161, .T. ) ;
#48 = LINE ( 'NONE', #150, #117 ) ;
#49 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #37, #179, #80 ) ;
```

√ Pegue la instancia a continuación de la primera

```
DATA;
#1 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #91, #176, #48, .T. ) ;
#47 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #201, #15, #161, .T. ) ;
#2 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #107, .T. ) ;
```

√ Repita hasta que no queden más instancias iguales a la primera

```
DATA;
#1 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #91, #176, #48, .T. ) ;
#47 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #201, #15, #161, .T. ) ;
#53 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #176, #201, #202, .T. ) ;
#59 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #123, #201, #111, .T. ) ;
#61 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #15, #145, #144, .T. ) ;
#74 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #13, #145, #94, .T. ) ;
#95 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #123, #40, #102, .T. ) ;
#107 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #40, #15, #147, .T. ) ;
#116 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #91, #123, #108, .T. ) ;
#127 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #40, #13, #18, .T. ) ;
#157 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #13, #91, #192, .T. ) ;
#187 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #145, #176, #131, .T. ) ;
#2 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #107, .T. ) ;
#3 = UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT
```

√ Repita el procedimiento hasta tener reagrupadas todas las instancias del mismo tipo

```
ISO-10303-21;
HEADER;
FILE_DESCRIPTION (( 'STEP AP214' ),
    '1' );
FILE_NAME ('Cubo 214.STEP',
    '2021-01-25T21:49:35',
    ( '' ),
    ( '' ),
    'SwSTEP 2.0',
    'SolidWorks 2018',
    '' );
FILE_SCHEMA (( 'AUTOMOTIVE_DESIGN' ));
ENDSEC;

DATA;
#1 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #91, #176, #48, .T. ) ;
#47 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #201, #15, #161, .T. ) ;
#53 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #176, #201, #202, .T. ) ;
#59 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #123, #201, #111, .T. ) ;
#61 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #15, #145, #144, .T. ) ;
#74 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #13, #145, #94, .T. ) ;
#95 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #123, #40, #102, .T. ) ;
#107 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #40, #15, #147, .T. ) ;
#116 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #91, #123, #108, .T. ) ;
#127 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #40, #13, #18, .T. ) ;
#157 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #13, #91, #192, .T. ) ;
#187 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #145, #176, #131, .T. ) ;

#2 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #107, .T. ) ;
#7 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #127, .T. ) ;
#21 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #59, .F. ) ;
#30 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #107, .F. ) ;
#31 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #95, .F. ) ;
#33 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #59, .T. ) ;
#36 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #74, .T. ) ;
#62 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #95, .T. ) ;
#63 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #157, .T. ) ;
#67 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #53, .T. ) ;
#71 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #47, .F. ) ;
#81 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #116, .T. ) ;
#109 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #187, .F. ) ;
#112 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #47, .T. ) ;
#114 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #187, .T. ) ;
#133 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #61, .F. ) ;
#141 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #1, .F. ) ;
#160 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #74, .F. ) ;
#167 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #157, .F. ) ;
#171 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #127, .F. ) ;
#190 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #53, .F. ) ;
#191 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #116, .F. ) ;
#193 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #61, .T. ) ;
#197 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #1, .T. ) ;
```

```
#3 = UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT
(LENGTH_MEASURE( 1.000082E-05 ), #155, 'distance_accuracy_value',
'NONE');
#58 = UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT
(LENGTH_MEASURE( 1.000082E-05 ), #151, 'distance_accuracy_value',
'NONE');
#143 = UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT
(LENGTH_MEASURE( 1.000E-05 ), #169, 'distance_accuracy_value',
'NONE');

#4 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 0.0000 ) ) ;
#6 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#8 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#9 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 50.000 ) ) ;
#11 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 0.0000 ) ) ;
#12 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#23 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, 25.000, 0.0000 ) ) ;
#25 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 0.0000 ) ) ;
#37 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#39 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#46 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#69 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#82 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#84 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#100 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#101 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000,
50.000 ) ) ;
#139 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000,
0.0000 ) ) ;
#149 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000,
0.0000 ) ) ;
#150 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#153 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 0.0000 ) ) ;
#163 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000,
0.0000 ) ) ;
#168 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000,
50.000 ) ) ;
#175 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000,
50.000 ) ) ;
#177 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000,
50.000 ) ) ;
#180 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#182 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#178 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
```

Ejecución

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

```
#5 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #44 ), #165, .F. ) ;
#34 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #125 ), #83, .T. ) ;
#96 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #16 ), #130, .F. ) ;
#128 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #115 ), #134, .F. ) ;
#173 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #189 ), #54, .F. ) ;
#194 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #32 ), #119, .F. ) ;

#10 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, -0.0000, -0.0000 ) ) ;
#22 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#24 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 1.0000, 0.0000 ) ) ;
#41 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#42 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#45 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 1.0000 ) ) ;
#64 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, -0.0000, -0.0000 ) ) ;
#65 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, -1.0000, 0.0000 ) ) ;
#68 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 1.0000, 0.0000 ) ) ;
#80 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 1.0000 ) ) ;
#85 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, -1.0000 ) ) ;
#103 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, -0.0000, 1.0000 ) ) ;
#104 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#118 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -1.0000, -0.0000 ) ) ;
#132 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 1.0000, 0.0000 ) ) ;
#135 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, -1.0000 ) ) ;
#136 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, -1.0000 ) ) ;
#137 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -1.0000, -0.0000 ) ) ;
#152 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, 0.0000, -0.0000 ) ) ;
#166 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#179 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#181 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#184 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#188 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#195 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#198 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, 0.0000, -0.0000 ) ) ;

#13 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #175 ) ;
#15 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #4 ) ;
#40 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #180 ) ;
#91 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #100 ) ;
#123 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #82 ) ;
#145 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #163 ) ;
#176 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #11 ) ;
#201 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #23 ) ;

#14 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #8, #195, #135 ) ;
#49 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #37, #179, #80 ) ;
#110 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #84, #65, #22 ) ;
#121 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #168, #68, #103 ) ;
#124 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #9, #85, #198 ) ;
#170 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #182, #136, #152 ) ;
#174 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #46, #45, #188 ) ;
```

```
#16 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #154, .T. ) ;
#32 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #78, .T. ) ;
#44 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #50, .T. ) ;
#115 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #126, .T. ) ;
#125 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #159, .T. ) ;
#189 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #79, .T. ) ;

#17 = ADVANCED_BREP_SHAPE_REPRESENTATION ( 'Cubo 214', ( #172, #
174 ), #35 ) ;

#18 = LINE ( 'NONE', #177, #29 ) ;
#48 = LINE ( 'NONE', #150, #117 ) ;
#94 = LINE ( 'NONE', #12, #97 ) ;
#102 = LINE ( 'NONE', #178, #60 ) ;
#108 = LINE ( 'NONE', #6, #75 ) ;
#111 = LINE ( 'NONE', #69, #76 ) ;
#131 = LINE ( 'NONE', #149, #142 ) ;
#144 = LINE ( 'NONE', #139, #99 ) ;
#147 = LINE ( 'NONE', #39, #19 ) ;
#161 = LINE ( 'NONE', #153, #120 ) ;
#192 = LINE ( 'NONE', #101, #148 ) ;
#202 = LINE ( 'NONE', #25, #77 ) ;

#19 = VECTOR ( 'NONE', #41, 1000.000 ) ;
#29 = VECTOR ( 'NONE', #118, 1000.000 ) ;
#60 = VECTOR ( 'NONE', #64, 1000.000 ) ;
#75 = VECTOR ( 'NONE', #132, 1000.000 ) ;
#76 = VECTOR ( 'NONE', #184, 1000.000 ) ;
#77 = VECTOR ( 'NONE', #24, 1000.000 ) ;
#97 = VECTOR ( 'NONE', #104, 1000.000 ) ;
#99 = VECTOR ( 'NONE', #137, 1000.000 ) ;
#117 = VECTOR ( 'NONE', #42, 1000.000 ) ;
#120 = VECTOR ( 'NONE', #10, 1000.000 ) ;
#142 = VECTOR ( 'NONE', #181, 1000.000 ) ;
#148 = VECTOR ( 'NONE', #166, 1000.000 ) ;

#20 = SHAPE_DEFINITION_REPRESENTATION ( #43, #17 ) ;

#26 = PRODUCT_CONTEXT ( 'NONE', #106, 'mechanical' ) ;

#27 =( GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT ( 3 )
GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #58 ) )
GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #151, #183, #199 ) )
REPRESENTATION_CONTEXT ( 'NONE', 'WORKASPACE' ) );

#35 =( GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT ( 3 )
GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #143 ) )
GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #169, #200, #122 ) )
REPRESENTATION_CONTEXT ( 'NONE', 'WORKASPACE' ) );
```

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

```
#28 = APPLICATION_CONTEXT ( 'automotive_design' ) ;
#106 = APPLICATION_CONTEXT ( 'automotive_design' ) ;

#38 = COLOUR_RGB ( '',0.792, 0.819, 0.933 ) ;
#105 = COLOUR_RGB ( '',0.792, 0.819, 0.933 ) ;

#43 = PRODUCT_DEFINITION_SHAPE ( 'NONE', 'NONE',  #88 ) ;

#50 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #112, #30, #31, #33 ) ) ;
#78 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #7, #63, #81, #62 ) ) ;
#79 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #114, #141, #167, #36 ) ) ;
#126 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #193, #160, #171, #2 ) ) ;
#154 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #67, #21, #191, #197 ) ) ;
#159 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #133, #71, #190, #109 ) ) ;

#51 = PRESENTATION_STYLE_ASSIGNMENT (( #72 ) ) ;
#90 = PRESENTATION_STYLE_ASSIGNMENT (( #66 ) ) ;

#52 = CLOSED_SHELL ( 'NONE', ( #128, #173, #96, #5, #194, #
34 ) ) ;

#54 = PLANE ( 'NONE',  #121 ) ;
#83 = PLANE ( 'NONE',  #170 ) ;
#119 = PLANE ( 'NONE',  #124 ) ;
#130 = PLANE ( 'NONE',  #49 ) ;
#134 = PLANE ( 'NONE',  #14 ) ;
#165 = PLANE ( 'NONE',  #110 ) ;

#55 = FILL_AREA_STYLE ('',( #196 ) ) ;
#73 = FILL_AREA_STYLE ('',( #89 ) ) ;

#56 = PRESENTATION_LAYER_ASSIGNMENT (  '', '', ( #113 ) ) ;
#156 = PRESENTATION_LAYER_ASSIGNMENT (  '', '', ( #162 ) ) ;

#57 = SURFACE_SIDE_STYLE ('',( #129 ) ) ;
#98 = SURFACE_SIDE_STYLE ('',( #164 ) ) ;

#66 = SURFACE_STYLE_USAGE ( .BOTH. , #98 ) ;
#72 = SURFACE_STYLE_USAGE ( .BOTH. , #57 ) ;

#70 = PRODUCT ( 'Cubo 214', 'Cubo 214', '', ( #26 ) ) ;

#86 = APPLICATION_PROTOCOL_DEFINITION ( 'draft international
standard', 'automotive_design', 1998, #106 ) ;
#185 = APPLICATION_PROTOCOL_DEFINITION ( 'draft international
standard', 'automotive_design', 1998, #28 ) ;

#87 =( NAMED_UNIT ( * ) PLANE_ANGLE_UNIT ( ) SI_UNIT
( $, .RADIAN. ) );
#122 =( NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( $, .STERADIAN. )
SOLID_ANGLE_UNIT ( ) );
#140 =( NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( $, .STERADIAN. )
SOLID_ANGLE_UNIT ( ) );
#183 =( NAMED_UNIT ( * ) PLANE_ANGLE_UNIT ( ) SI_UNIT
( $, .RADIAN. ) );
#199 =( NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( $, .STERADIAN. )
SOLID_ANGLE_UNIT ( ) );
#200 =( NAMED_UNIT ( * ) PLANE_ANGLE_UNIT ( ) SI_UNIT
( $, .RADIAN. ) );

#88 = PRODUCT_DEFINITION ( 'UNKNOWN', '', #158, #93 ) ;

#89 = FILL_AREA_STYLE_COLOUR ( '', #105 ) ;
#196 = FILL_AREA_STYLE_COLOUR ( '', #38 ) ;

#92 = MECHANICAL_DESIGN_GEOMETRIC_PRESENTATION_REPRESENTATION
(  '', ( #162 ), #27 ) ;

#93 = PRODUCT_DEFINITION_CONTEXT ( 'detailed design', #28,
'design' ) ;

#113 = STYLED_ITEM ( 'NONE', ( #51 ), #17 ) ;
#162 = STYLED_ITEM ( 'NONE', ( #90 ), #172 ) ;

#129 = SURFACE_STYLE_FILL_AREA ( #73 ) ;
#164 = SURFACE_STYLE_FILL_AREA ( #55 ) ;

#138 = MECHANICAL_DESIGN_GEOMETRIC_PRESENTATION_REPRESENTATION
(  '', ( #113 ), #146 ) ;

#146 =( GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT ( 3 )
GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #3 ) )
GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #155, #87, #140 ) )
REPRESENTATION_CONTEXT ( 'NONE', 'WORKASPACE' ) );

#151 =( LENGTH_UNIT ( ) NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT
( .MILLI., .METRE. ) );
#155 =( LENGTH_UNIT ( ) NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT
( .MILLI., .METRE. ) );
#169 =( LENGTH_UNIT ( ) NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT
( .MILLI., .METRE. ) );

#158 = PRODUCT_DEFINITION_FORMATION_WITH_SPECIFIED_SOURCE
( 'ANY', '', #70, .NOT_KNOWN. ) ;

#172 = MANIFOLD_SOLID_BREP ( 'Cubo', #52 ) ;

#186 = PRODUCT_RELATED_PRODUCT_CATEGORY ( 'part', '', ( #70 ) ) ;

ENDSEC;
END-ISO-10303-21;
```

Ejecución

- Reordene los grupos de instancias por orden jerárquico, poniendo al final los menos importantes para interpretar el modelo:
  - Ponga al final las instancias relacionadas con unidades, que encontrará buscando “UNIT”:

```
#3 = UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT
(LENGTH_MEASURE( 1.000082E-05 ), #155, 'distance_accuracy_value',
'NONE');
#58 = UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT
(LENGTH_MEASURE( 1.000082E-05 ), #151, 'distance_accuracy_value',
'NONE');
#143 = UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT
(LENGTH_MEASURE( 1.000E-05 ), #169, 'distance_accuracy_value',
'NONE');

#87 =( NAMED_UNIT ( * ) PLANE_ANGLE_UNIT ( ) SI_UNIT
( $, .RADIAN. ) );
#122 =( NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( $, .STERADIAN. )
SOLID_ANGLE_UNIT ( ) );
#140 =( NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( $, .STERADIAN. )
SOLID_ANGLE_UNIT ( ) );
#183 =( NAMED_UNIT ( * ) PLANE_ANGLE_UNIT ( ) SI_UNIT
( $, .RADIAN. ) );
#199 =( NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( $, .STERADIAN. )
SOLID_ANGLE_UNIT ( ) );
#200 =( NAMED_UNIT ( * ) PLANE_ANGLE_UNIT ( ) SI_UNIT
( $, .RADIAN. ) );


#151 =( LENGTH_UNIT ( ) NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT
( .MILLI., .METRE. ) );
#155 =( LENGTH_UNIT ( ) NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT
( .MILLI., .METRE. ) );
#169 =( LENGTH_UNIT ( ) NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT
( .MILLI., .METRE. ) );

ENDSEC;
END-ISO-10303-21;
```

Ejecución

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

- Ponga delante de las instancias de unidades las instancias de color:
  - Busque las instancias de COLOUR
  - Busque las instancias que utilizan a las instancias de COLOUR

    En el ejemplo son #38 y #105
  - Repita el procedimiento hasta encontrar todas las instancias de las que dependen las instancias de color

```
#56 = PRESENTATION_LAYER_ASSIGNMENT (  '', '', ( #113 ) ) ;
#156 = PRESENTATION_LAYER_ASSIGNMENT (  '', '', ( #162 ) ) ;

#113 = STYLED_ITEM ( 'NONE', ( #51 ), #17 ) ;
#162 = STYLED_ITEM ( 'NONE', ( #90 ), #172 ) ;

#51 = PRESENTATION_STYLE_ASSIGNMENT (( #72 ) ) ;
#90 = PRESENTATION_STYLE_ASSIGNMENT (( #66 ) ) ;

#66 = SURFACE_STYLE_USAGE ( .BOTH. , #98 ) ;
#72 = SURFACE_STYLE_USAGE ( .BOTH. , #57 ) ;

#57 = SURFACE_SIDE_STYLE ('',( #129 ) ) ;
#98 = SURFACE_SIDE_STYLE ('',( #164 ) ) ;

#129 = SURFACE_STYLE_FILL_AREA ( #73 ) ;
#164 = SURFACE_STYLE_FILL_AREA ( #55 ) ;

#55 = FILL_AREA_STYLE ('',( #196 ) ) ;
#73 = FILL_AREA_STYLE ('',( #89 ) ) ;

#89 = FILL_AREA_STYLE_COLOUR ( '', #105 ) ;
#196 = FILL_AREA_STYLE_COLOUR ( '', #38 ) ;

#38 = COLOUR_RGB ( '',0.792, 0.819, 0.933 ) ;
#105 = COLOUR_RGB ( '',0.792, 0.819, 0.933 ) ;
```

Ejecución

√ Ponga delante de la información de color, la información geométrica del modelo:

√ Ponga los puntos cartesianos (CARTESIAN_POINT) delante de las instancias de color:

```
#4 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 0.0000 ) ) ;
#6 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#8 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#9 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 50.000 ) ) ;
#11 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 0.0000 ) ) ;
#12 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#23 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, 25.000, 0.0000 ) ) ;
#25 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 0.0000 ) ) ;
#37 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#39 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#46 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#69 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#82 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#84 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#100 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#101 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#139 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 0.0000 ) ) ;
#149 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 0.0000 ) ) ;
#150 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#153 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 0.0000 ) ) ;
#163 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 0.0000 ) ) ;
#168 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#175 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#177 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#180 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#182 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#178 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
```

```
#51 = PRESENTATION_STYLE_ASSIGNMENT (( #72 ) ) ;
#90 = PRESENTATION_STYLE_ASSIGNMENT (( #66 ) ) ;

#66 = SURFACE_STYLE_USAGE ( .BOTH. , #98 ) ;
#72 = SURFACE_STYLE_USAGE ( .BOTH. , #57 ) ;

#57 = SURFACE_SIDE_STYLE ('',( #129 ) ) ;
#98 = SURFACE_SIDE_STYLE ('',( #164 ) ) ;
```

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

√ Agrupe los vectores y sus direcciones delante de los puntos cartesianos:

```
#19 = VECTOR ( 'NONE', #41, 1000.000 ) ;
#29 = VECTOR ( 'NONE', #118, 1000.000 ) ;
#60 = VECTOR ( 'NONE', #64, 1000.000 ) ;
#75 = VECTOR ( 'NONE', #132, 1000.000 ) ;
#76 = VECTOR ( 'NONE', #184, 1000.000 ) ;
#77 = VECTOR ( 'NONE', #24, 1000.000 ) ;
#97 = VECTOR ( 'NONE', #104, 1000.000 ) ;
#99 = VECTOR ( 'NONE', #137, 1000.000 ) ;
#117 = VECTOR ( 'NONE', #42, 1000.000 ) ;
#120 = VECTOR ( 'NONE', #10, 1000.000 ) ;
#142 = VECTOR ( 'NONE', #181, 1000.000 ) ;
#148 = VECTOR ( 'NONE', #166, 1000.000 ) ;

#10 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, -0.0000, -0.0000 ) ) ;
#22 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#24 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 1.0000, 0.0000 ) ) ;
#41 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#42 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#45 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 1.0000 ) ) ;
#64 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, -0.0000, -0.0000 ) ) ;
#65 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, -1.0000, 0.0000 ) ) ;
#68 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 1.0000, 0.0000 ) ) ;
#80 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 1.0000 ) ) ;
#85 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, -1.0000 ) ) ;
#103 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, -0.0000, 1.0000 ) ) ;
#104 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#118 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -1.0000, -0.0000 ) ) ;
#132 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 1.0000, 0.0000 ) ) ;
#135 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, -1.0000 ) ) ;
#136 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, -1.0000 ) ) ;
#137 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -1.0000, -0.0000 ) ) ;
#152 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, 0.0000, -0.0000 ) ) ;
#166 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#179 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#181 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#184 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#188 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#195 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#198 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, 0.0000, -0.0000 ) ) ;
```


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

√ Mueva delante de los vectores, las definiciones de los sistemas de coordenadas (AXIS2_PLACEMENT_3D):

```
#14 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #8, #195, #135 ) ;
#49 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #37, #179, #80 ) ;
#110 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #84, #65, #22 ) ;
#121 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #168, #68, #103 ) ;
#124 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #9, #85, #198 ) ;
#170 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #182, #136, #152 ) ;
#174 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #46, #45, #188 ) ;
```

√ Mueva las líneas delante de los sistemas de coordenadas:

```
#18 = LINE ( 'NONE', #177, #29 ) ;
#48 = LINE ( 'NONE', #150, #117 ) ;
#94 = LINE ( 'NONE', #12, #97 ) ;
#102 = LINE ( 'NONE', #178, #60 ) ;
#108 = LINE ( 'NONE', #6, #75 ) ;
#111 = LINE ( 'NONE', #69, #76 ) ;
#131 = LINE ( 'NONE', #149, #142 ) ;
#144 = LINE ( 'NONE', #139, #99 ) ;
#147 = LINE ( 'NONE', #39, #19 ) ;
#161 = LINE ( 'NONE', #153, #120 ) ;
#192 = LINE ( 'NONE', #101, #148 ) ;
#202 = LINE ( 'NONE', #25, #77 ) ;
```

√ Mueva los planos delante de las líneas:

```
#54 = PLANE ( 'NONE',  #121 ) ;
#83 = PLANE ( 'NONE',  #170 ) ;
#119 = PLANE ( 'NONE',  #124 ) ;
#130 = PLANE ( 'NONE',  #49 ) ;
#134 = PLANE ( 'NONE',  #14 ) ;
#165 = PLANE ( 'NONE',  #110 ) ;
```

Ejecución

- Mueva delante de la información geométrica del modelo, la información topológica:
  - Mueva delante de los planos los vértices:

```
#13 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #175 ) ;
#15 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #4 ) ;
#40 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #180 ) ;
#91 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #100 ) ;
#123 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #82 ) ;
#145 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #163 ) ;
#176 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #11 ) ;
#201 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #23 ) ;
```

  - Mueva delante de los vértices las aristas curvas:

```
#1 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #91, #176, #48, .T. ) ;
#47 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #201, #15, #161, .T. ) ;
#53 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #176, #201, #202, .T. ) ;
#59 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #123, #201, #111, .T. ) ;
#61 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #15, #145, #144, .T. ) ;
#74 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #13, #145, #94, .T. ) ;
#95 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #123, #40, #102, .T. ) ;
#107 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #40, #15, #147, .T. ) ;
#116 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #91, #123, #108, .T. ) ;
#127 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #40, #13, #18, .T. ) ;
#157 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #13, #91, #192, .T. ) ;
#187 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #145, #176, #131, .T. ) ;
```

Ejecución

√ Mueva las aristas orientadas delante de las aristas curvas:

```
#2 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #107, .T. ) ;
#7 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #127, .T. ) ;
#21 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #59, .F. ) ;
#30 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #107, .F. ) ;
#31 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #95, .F. ) ;
#33 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #59, .T. ) ;
#36 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #74, .T. ) ;
#62 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #95, .T. ) ;
#63 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #157, .T. ) ;
#67 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #53, .T. ) ;
#71 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #47, .F. ) ;
#81 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #116, .T. ) ;
#109 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #187, .F. ) ;
#112 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #47, .T. ) ;
#114 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #187, .T. ) ;
#133 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #61, .F. ) ;
#141 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #1, .F. ) ;
#160 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #74, .F. ) ;
#167 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #157, .F. ) ;
#171 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #127, .F. ) ;
#190 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #53, .F. ) ;
#191 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #116, .F. ) ;
#193 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #61, .T. ) ;
#197 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #1, .T. ) ;
```

√ Mueva los bucles de aristas delante de las aristas orientadas:

```
#50 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #112, #30, #31, #33 ) ) ;
#78 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #7, #63, #81, #62 ) ) ;
#79 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #114, #141, #167, #36 ) ) ;
#126 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #193, #160, #171, #2 ) ) ;
#154 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #67, #21, #191, #197 ) ) ;
#159 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #133, #71, #190, #109 ) ) ;
```

Ejecución

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

√ Mueva los contornos de caras delante de los bucles de aristas:

```
#16 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #154, .T. ) ;
#32 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #78, .T. ) ;
#44 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #50, .T. ) ;
#115 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #126, .T. ) ;
#125 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #159, .T. ) ;
#189 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #79, .T. ) ;
```

√ Mueva las caras delante de los contornos de caras:

```
#5 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #44 ), #165, .F. ) ;
#34 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #125 ), #83, .T. ) ;
#96 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #16 ), #130, .F. ) ;
#128 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #115 ), #134, .F. ) ;
#173 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #189 ), #54, .F. ) ;
#194 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #32 ), #119, .F. ) ;
```

√ Complete la definición del modelo moviendo delante de las caras las instancias de encabezamiento del modelo B-Rep:

```
#172 = MANIFOLD_SOLID_BREP ( 'Cubo', #52 ) ;

#52 = CLOSED_SHELL ( 'NONE', ( #128, #173, #96, #5, #194, #34 ) ) ;
```

Ejecución

√ Reagrupe, al principio del bloque de datos, las instancias que describen las características generales del modelo CAD del producto y su representación B-Rep:

```
DATA;
#186 = PRODUCT_RELATED_PRODUCT_CATEGORY ( 'part', '', ( #70 ) ) ;

#70 = PRODUCT ( 'Cubo 214', 'Cubo 214', '', ( #26 ) ) ;
#26 = PRODUCT_CONTEXT ( 'NONE', #106, 'mechanical' ) ;
#106 = APPLICATION_CONTEXT ( 'automotive_design' ) ;
#93 = PRODUCT_DEFINITION_CONTEXT ( 'detailed design', #28, 'design' ) ;
#28 = APPLICATION_CONTEXT ( 'automotive_design' ) ;

#20 = SHAPE_DEFINITION_REPRESENTATION ( #43, #17 ) ;

#43 = PRODUCT_DEFINITION_SHAPE ( 'NONE', 'NONE',  #88 ) ;
#88 = PRODUCT_DEFINITION ( 'UNKNOWN', '', #158, #93 ) ;
#158 = PRODUCT_DEFINITION_FORMATION_WITH_SPECIFIED_SOURCE (
       'ANY', '', #70, .NOT_KNOWN. ) ;

#17 = ADVANCED_BREP_SHAPE_REPRESENTATION ( 'Cubo 214', ( #172, #174 ), #35 ) ;
#35 =( GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT ( 3 )
       GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #143 ) )
       GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #169, #200, #122 ) )
       REPRESENTATION_CONTEXT ( 'NONE', 'WORKASPACE' ) );

#92 = MECHANICAL_DESIGN_GEOMETRIC_PRESENTATION_REPRESENTATION
     (  '', ( #162 ), #27 ) ;
#27 =( GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT ( 3 )
       GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #58 ) )
       GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #151, #183, #199 ) )
       REPRESENTATION_CONTEXT ( 'NONE', 'WORKASPACE' ) );

#86 = APPLICATION_PROTOCOL_DEFINITION
      ( 'draft international standard', 'automotive_design', 1998, #106 ) ;

#185 = APPLICATION_PROTOCOL_DEFINITION
       ( 'draft international standard', 'automotive_design', 1998, #28 ) ;

#138 = MECHANICAL_DESIGN_GEOMETRIC_PRESENTATION_REPRESENTATION
       (  '', ( #113 ), #146 ) ;
#146 =( GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT ( 3 )
        GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #3 ) )
        GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #155, #87, #140 ) )
        REPRESENTATION_CONTEXT ( 'NONE', 'WORKASPACE' ) );

#172 = MANIFOLD_SOLID_BREP ( 'Cubo', #52 ) ;
```

El resultado final es un fichero físico no legible por las aplicaciones CAD (porque está desordenado), pero más legible para los humanos:

```
ISO-10303-21;
HEADER;
FILE_DESCRIPTION (( 'STEP AP214' ),
    '1' );
FILE_NAME ('Cubo 214.STEP',
    '2021-01-25T21:49:35',
    ( '' ),
    ( '' ),
    'SwSTEP 2.0',
    'SolidWorks 2018',
    '' );
FILE_SCHEMA (( 'AUTOMOTIVE_DESIGN' ));
ENDSEC;

DATA;
#186 = PRODUCT_RELATED_PRODUCT_CATEGORY ( 'part', '', ( #70 ) ) ;

#70 = PRODUCT ( 'Cubo 214', 'Cubo 214', '', ( #26 ) ) ;
#26 = PRODUCT_CONTEXT ( 'NONE', #106, 'mechanical' ) ;
#106 = APPLICATION_CONTEXT ( 'automotive_design' ) ;
#93 = PRODUCT_DEFINITION_CONTEXT ( 'detailed design', #28, 'design' ) ;
#28 = APPLICATION_CONTEXT ( 'automotive_design' ) ;

#20 = SHAPE_DEFINITION_REPRESENTATION ( #43, #17 ) ;

#43 = PRODUCT_DEFINITION_SHAPE ( 'NONE', 'NONE',  #88 ) ;
#88 = PRODUCT_DEFINITION ( 'UNKNOWN', '', #158, #93 ) ;
#158 = PRODUCT_DEFINITION_FORMATION_WITH_SPECIFIED_SOURCE (
       'ANY', '', #70, .NOT_KNOWN. ) ;

#17 = ADVANCED_BREP_SHAPE_REPRESENTATION ( 'Cubo 214', ( #172, #174 ), #35 ) ;
#35 =( GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT ( 3 )
       GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #143 ) )
       GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #169, #200, #122 ) )
       REPRESENTATION_CONTEXT ( 'NONE', 'WORKASPACE' ) );

#92 = MECHANICAL_DESIGN_GEOMETRIC_PRESENTATION_REPRESENTATION
     (  '', ( #162 ), #27 ) ;
#27 =( GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT ( 3 )
       GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #58 ) )
       GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #151, #183, #199 ) )
       REPRESENTATION_CONTEXT ( 'NONE', 'WORKASPACE' ) );

#86 = APPLICATION_PROTOCOL_DEFINITION
      ( 'draft international standard', 'automotive_design', 1998, #106 ) ;

#185 = APPLICATION_PROTOCOL_DEFINITION
       ( 'draft international standard', 'automotive_design', 1998, #28 ) ;


#138 = MECHANICAL_DESIGN_GEOMETRIC_PRESENTATION_REPRESENTATION
       (  '', ( #113 ), #146 ) ;
#146 =( GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT ( 3 )
        GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #3 ) )
        GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT ( ( #155, #87, #140 ) )
        REPRESENTATION_CONTEXT ( 'NONE', 'WORKASPACE' ) );
```


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

```
#172 = MANIFOLD_SOLID_BREP ( 'Cubo', #52 ) ;

#52 = CLOSED_SHELL ( 'NONE', ( #128, #173, #96, #5, #194, #34 ) ) ;

#5 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #44 ), #165, .F. ) ;
#34 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #125 ), #83, .T. ) ;
#96 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #16 ), #130, .F. ) ;
#128 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #115 ), #134, .F. ) ;
#173 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #189 ), #54, .F. ) ;
#194 = ADVANCED_FACE ( 'NONE', ( #32 ), #119, .F. ) ;

#16 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #154, .T. ) ;
#32 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #78, .T. ) ;
#44 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #50, .T. ) ;
#115 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #126, .T. ) ;
#125 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #159, .T. ) ;
#189 = FACE_OUTER_BOUND ( 'NONE', #79, .T. ) ;

#50 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #112, #30, #31, #33 ) ) ;
#78 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #7, #63, #81, #62 ) ) ;
#79 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #114, #141, #167, #36 ) ) ;
#126 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #193, #160, #171, #2 ) ) ;
#154 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #67, #21, #191, #197 ) ) ;
#159 = EDGE_LOOP ( 'NONE', ( #133, #71, #190, #109 ) ) ;

#2 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #107, .T. ) ;
#7 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #127, .T. ) ;
#21 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #59, .F. ) ;
#30 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #107, .F. ) ;
#31 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #95, .F. ) ;
#33 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #59, .T. ) ;
#36 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #74, .T. ) ;
#62 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #95, .T. ) ;
#63 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #157, .T. ) ;
#67 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #53, .T. ) ;
#71 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #47, .F. ) ;
#81 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #116, .T. ) ;
#109 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #187, .F. ) ;
#112 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #47, .T. ) ;
#114 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #187, .T. ) ;
#133 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #61, .F. ) ;
#141 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #1, .F. ) ;
#160 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #74, .F. ) ;
#167 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #157, .F. ) ;
#171 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #127, .F. ) ;
#190 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #53, .F. ) ;
#191 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #116, .F. ) ;
#193 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #61, .T. ) ;
#197 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #1, .T. ) ;

#1 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #91, #176, #48, .T. ) ;
#47 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #201, #15, #161, .T. ) ;
#53 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #176, #201, #202, .T. ) ;
#59 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #123, #201, #111, .T. ) ;
#61 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #15, #145, #144, .T. ) ;
#74 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #13, #145, #94, .T. ) ;
#95 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #123, #40, #102, .T. ) ;
#107 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #40, #15, #147, .T. ) ;
#116 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #91, #123, #108, .T. ) ;
#127 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #40, #13, #18, .T. ) ;
#157 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #13, #91, #192, .T. ) ;
#187 = EDGE_CURVE ( 'NONE', #145, #176, #131, .T. ) ;
```

```
#13 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #175 ) ;
#15 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #4 ) ;
#40 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #180 ) ;
#91 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #100 ) ;
#123 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #82 ) ;
#145 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #163 ) ;
#176 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #11 ) ;
#201 = VERTEX_POINT ( 'NONE', #23 ) ;

#54 = PLANE ( 'NONE',  #121 ) ;
#83 = PLANE ( 'NONE',  #170 ) ;
#119 = PLANE ( 'NONE',  #124 ) ;
#130 = PLANE ( 'NONE',  #49 ) ;
#134 = PLANE ( 'NONE',  #14 ) ;
#165 = PLANE ( 'NONE',  #110 ) ;

#18 = LINE ( 'NONE', #177, #29 ) ;
#48 = LINE ( 'NONE', #150, #117 ) ;
#94 = LINE ( 'NONE', #12, #97 ) ;
#102 = LINE ( 'NONE', #178, #60 ) ;
#108 = LINE ( 'NONE', #6, #75 ) ;
#111 = LINE ( 'NONE', #69, #76 ) ;
#131 = LINE ( 'NONE', #149, #142 ) ;
#144 = LINE ( 'NONE', #139, #99 ) ;
#147 = LINE ( 'NONE', #39, #19 ) ;
#161 = LINE ( 'NONE', #153, #120 ) ;
#192 = LINE ( 'NONE', #101, #148 ) ;
#202 = LINE ( 'NONE', #25, #77 ) ;

#14 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #8, #195, #135 ) ;
#49 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #37, #179, #80 ) ;
#110 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #84, #65, #22 ) ;
#121 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #168, #68, #103 ) ;
#124 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #9, #85, #198 ) ;
#170 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #182, #136, #152 ) ;
#174 = AXIS2_PLACEMENT_3D ( 'NONE', #46, #45, #188 ) ;

#19 = VECTOR ( 'NONE', #41, 1000.000 ) ;
#29 = VECTOR ( 'NONE', #118, 1000.000 ) ;
#60 = VECTOR ( 'NONE', #64, 1000.000 ) ;
#75 = VECTOR ( 'NONE', #132, 1000.000 ) ;
#76 = VECTOR ( 'NONE', #184, 1000.000 ) ;
#77 = VECTOR ( 'NONE', #24, 1000.000 ) ;
#97 = VECTOR ( 'NONE', #104, 1000.000 ) ;
#99 = VECTOR ( 'NONE', #137, 1000.000 ) ;
#117 = VECTOR ( 'NONE', #42, 1000.000 ) ;
#120 = VECTOR ( 'NONE', #10, 1000.000 ) ;
#142 = VECTOR ( 'NONE', #181, 1000.000 ) ;
#148 = VECTOR ( 'NONE', #166, 1000.000 ) ;
```

```
#10 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, -0.0000, -0.0000 ) ) ;
#22 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#24 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 1.0000, 0.0000 ) ) ;
#41 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#42 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#45 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 1.0000 ) ) ;
#64 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, -0.0000, -0.0000 ) ) ;
#65 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, -1.0000, 0.0000 ) ) ;
#68 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 1.0000, 0.0000 ) ) ;
#80 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 1.0000 ) ) ;
#85 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, -1.0000 ) ) ;
#103 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, -0.0000, 1.0000 ) ) ;
#104 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#118 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -1.0000, -0.0000 ) ) ;
#132 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 1.0000, 0.0000 ) ) ;
#135 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, -1.0000 ) ) ;
#136 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, -1.0000 ) ) ;
#137 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -1.0000, -0.0000 ) ) ;
#152 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, 0.0000, -0.0000 ) ) ;
#166 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#179 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#181 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#184 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -0.0000, -0.0000, -1.0000 ) ) ;
#188 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#195 = DIRECTION ( 'NONE',  ( 1.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#198 = DIRECTION ( 'NONE',  ( -1.0000, 0.0000, -0.0000 ) ) ;

#4 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 0.0000 ) ) ;
#6 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#8 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#9 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 50.000 ) ) ;
#11 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 0.0000 ) ) ;
#12 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#23 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, 25.000, 0.0000 ) ) ;
#25 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 0.0000 ) ) ;
#37 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#39 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#46 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#69 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#82 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#84 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#100 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#101 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#139 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 0.0000 ) ) ;
#149 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 0.0000 ) ) ;
#150 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#153 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 0.0000 ) ) ;
#163 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 0.0000 ) ) ;
#168 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#175 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#177 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, -25.000, 50.000 ) ) ;
#180 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
#182 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 0.0000, 0.0000, 0.0000 ) ) ;
#178 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( -25.000, 25.000, 50.000 ) ) ;
```

```
#56 = PRESENTATION_LAYER_ASSIGNMENT (  '', '', ( #113 ) ) ;
#156 = PRESENTATION_LAYER_ASSIGNMENT (  '', '', ( #162 ) ) ;

#113 = STYLED_ITEM ( 'NONE', ( #51 ), #17 ) ;
#162 = STYLED_ITEM ( 'NONE', ( #90 ), #172 ) ;

#51 = PRESENTATION_STYLE_ASSIGNMENT (( #72 ) ) ;
#90 = PRESENTATION_STYLE_ASSIGNMENT (( #66 ) ) ;

#66 = SURFACE_STYLE_USAGE ( .BOTH. , #98 ) ;
#72 = SURFACE_STYLE_USAGE ( .BOTH. , #57 ) ;

#57 = SURFACE_SIDE_STYLE ('',( #129 ) ) ;
#98 = SURFACE_SIDE_STYLE ('',( #164 ) ) ;

#129 = SURFACE_STYLE_FILL_AREA ( #73 ) ;
#164 = SURFACE_STYLE_FILL_AREA ( #55 ) ;

#55 = FILL_AREA_STYLE ('',( #196 ) ) ;
#73 = FILL_AREA_STYLE ('',( #89 ) ) ;

#89 = FILL_AREA_STYLE_COLOUR ( '', #105 ) ;
#196 = FILL_AREA_STYLE_COLOUR ( '', #38 ) ;

#38 = COLOUR_RGB ( '',0.792, 0.819, 0.933 ) ;
#105 = COLOUR_RGB ( '',0.792, 0.819, 0.933 ) ;


#3 = UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT (LENGTH_MEASURE( 1.000082E-05 ), #155,
'distance_accuracy_value', 'NONE');
#58 = UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT (LENGTH_MEASURE( 1.000082E-05 ), #151,
'distance_accuracy_value', 'NONE');
#143 = UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT (LENGTH_MEASURE( 1.000E-05 ), #169,
'distance_accuracy_value', 'NONE');

#87 =( NAMED_UNIT ( * ) PLANE_ANGLE_UNIT ( ) SI_UNIT ( $, .RADIAN. ) );
#122 =( NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( $, .STERADIAN. ) SOLID_ANGLE_UNIT ( ) );
#140 =( NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( $, .STERADIAN. ) SOLID_ANGLE_UNIT ( ) );
#183 =( NAMED_UNIT ( * ) PLANE_ANGLE_UNIT ( ) SI_UNIT ( $, .RADIAN. ) );
#199 =( NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( $, .STERADIAN. ) SOLID_ANGLE_UNIT ( ) );
#200 =( NAMED_UNIT ( * ) PLANE_ANGLE_UNIT ( ) SI_UNIT ( $, .RADIAN. ) );


#151 =( LENGTH_UNIT ( ) NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( .MILLI., .METRE. ) );
#155 =( LENGTH_UNIT ( ) NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( .MILLI., .METRE. ) );
#169 =( LENGTH_UNIT ( ) NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( .MILLI., .METRE. ) );

ENDSEC;
END-ISO-10303-21;
```


ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Conclusiones

1 Exportar a formatos neutros implementados en la aplicación nativa es un proceso sencillo y rápido

> Pero algunos formatos neutros tienen diferentes "versiones"

2 Los formatos neutros representados en texto legible se pueden editar con editores de texto sencillos

3 Los formatos cuya secuencia se basa en etiquetas (como STEP), resultan difíciles de leer, a pesar de estar contenidos en documentos de texto plano

4 Editar el formato para romper la secuencia de las etiquetas y agrupar las instancias por tipos simplifica la lectura de los ficheros físicos de STEP

> Aunque el resultado puede ser un fichero no legible para las aplicaciones CAD, y el proceso manual consume mucho tiempo

Conclusiones

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones



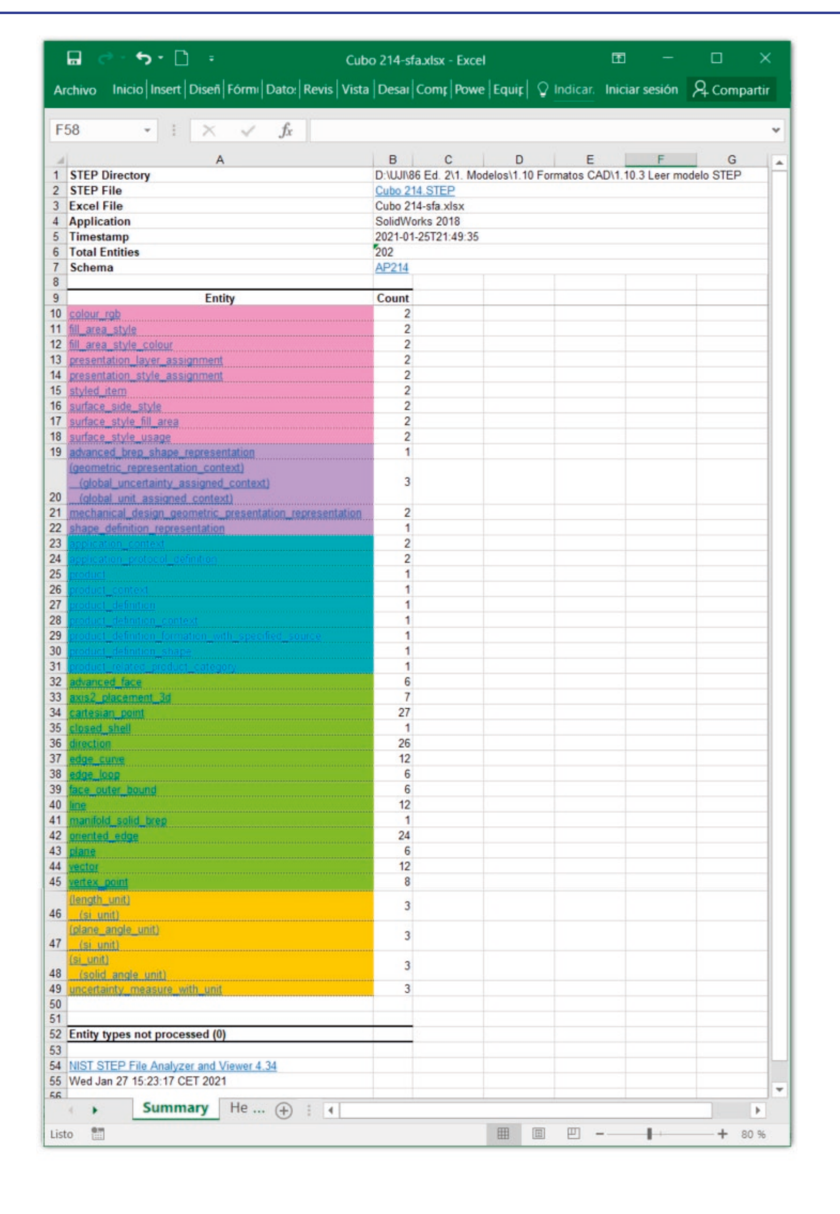
Existen aplicaciones que automatizan parte del trabajo necesario para analizar los ficheros físicos de STEP:

NIST STEP File Analyzer and Viewer 4.34

Robert Lipman

https://www.nist.gov/services-resources/software/step-file-analyzer-and-viewer



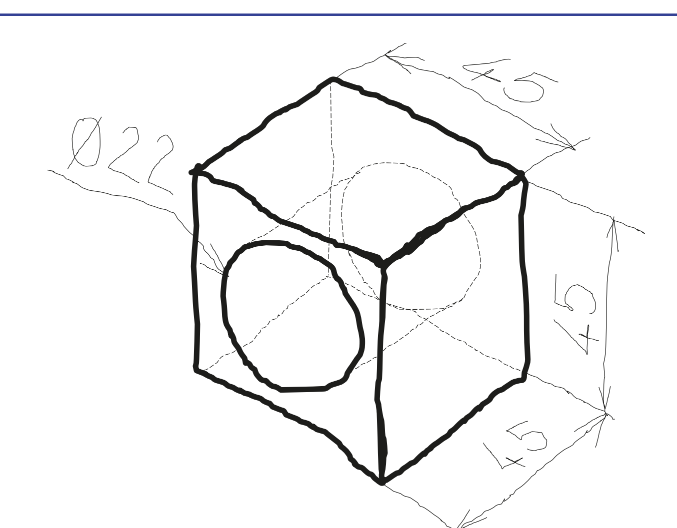


	A	B
1	STEP Directory	D:\UJI\86 Ed. 2\1. Modelos\1.10 Formatos CAD\1.10.3 Leer modelo STEP
2	STEP File	Cubo 214.STEP
3	Excel File	Cubo 214-sfa.xlsx
4	Application	SolidWorks 2018
5	Timestamp	2021-01-25T21:49:35
6	Total Entities	202
7	Schema	AP214
8		
9	Entity	Count
10	colour_rgb	2
11	fill_area_style	2
12	fill_area_style_colour	2
13	presentation_layer_assignment	2
14	presentation_style_assignment	2
15	styled_item	2
16	surface_side_style	2
17	surface_style_fill_area	2
18	surface_style_usage	2
19	advanced_brep_shape_representation	1
20	(geometric_representation_context) (global_uncertainty_assigned_context) (global_unit_assigned_context)	3
21	mechanical_design_geometric_presentation_representation	2
22	shape_definition_representation	1
23	application_context	2
24	application_protocol_definition	2
25	product	1
26	product_context	1
27	product_definition	1
28	product_definition_context	1
29	product_definition_formation_with_specified_source	1
30	product_definition_shape	1
31	product_related_product_category	1
32	advanced_face	6
33	axis2_placement_3d	7
34	cartesian_point	27
35	closed_shell	1
36	direction	26
37	edge_curve	12
38	edge_loop	6
39	face_outer_bound	6
40	line	12
41	manifold_solid_brep	1
42	oriented_edge	24
43	plane	6
44	vector	12
45	vertex_point	8
46	(length_unit) (si_unit)	3
47	(plane_angle_unit) (si_unit)	3
48	(si_unit) (solid_angle_unit)	3
49	uncertainty_measure_with_unit	3
50		
51		
52	Entity types not processed (0)	
53		
54	NIST STEP File Analyzer and Viewer 4.34	
55	Wed Jan 27 15:23:17 CET 2021	

Ejercicio 1.10.4. Editar modelo STEP

Tarea

La figura muestra el croquis de diseño de un cubo con un agujero cilíndrico cuyo eje atraviesa dos de las caras horizontales por su centro



Las tareas a realizar son:

A Obtenga el modelo sólido del cubo en SolidWorks

B Exporte el modelo en formato STEP

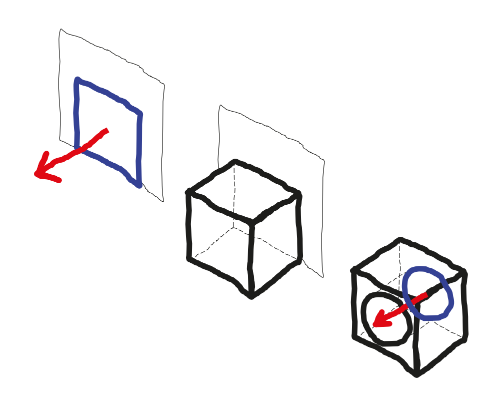
C Edite el formato STEP con un editor de textos, para convertir el cubo en un prisma de 70 mm de profundidad (45 x 45 x 70 mm)

D Importe el fichero STEP modificado en SolidWorks y compruebe si se ha producido el cambio

Estrategia

La estrategia para modelar el cubo agujereado es simple:

- √ Obtenga el cubo por extrusión de un cuadrado dibujado en el plano del alzado
- √ Obtenga el agujero por corte extruido de una circunferencia dibujada en el plano del alzado



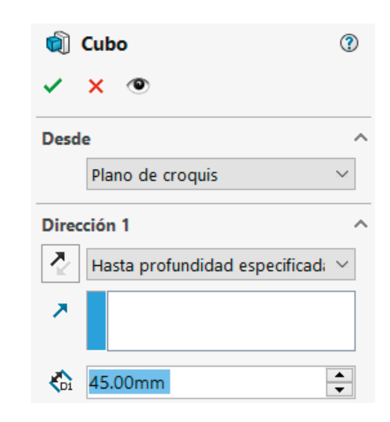
La estrategia para exportar y editar el modelo es:

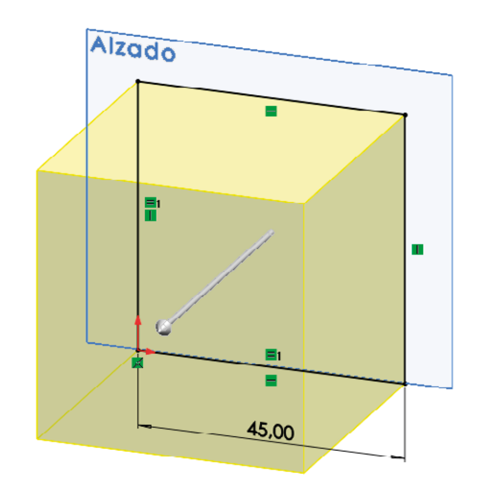
- √ Utilice *Guardar como* para salvar el fichero inicial en formato STEP
- √ Utilice un editor de texto para abrir el fichero STEP
- √ Seleccione la dimensión de 45 que corresponde a la extrusión del cubo, y cámbiela por 70
- √ Importe el fichero editado en SolidWorks, para comprobar el resultado

> Puesto que hay dos tipos de formato STEP implementados en SolidWorks, seleccione el que resulte más fácil de editar

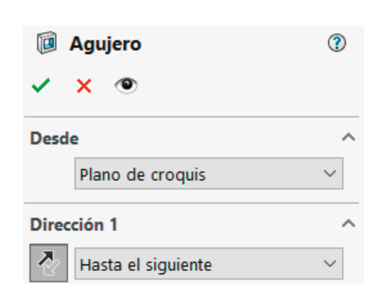
Obtenga el modelo sólido de la pieza:

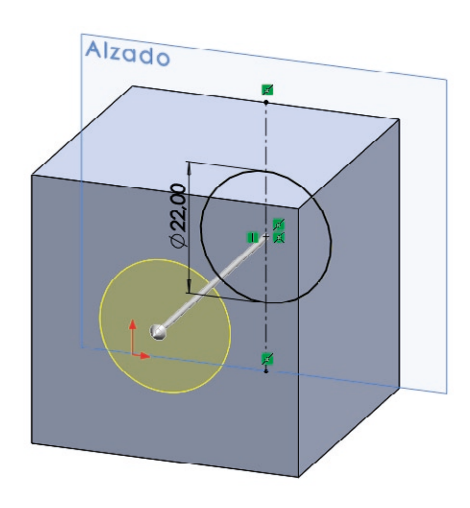
√ Obtenga el cubo por extrusión de un perfil cuadrado dibujado en el alzado





√ Obtenga el agujero cilíndrico mediante un corte extruido con una circunferencia dibujada en el alzado





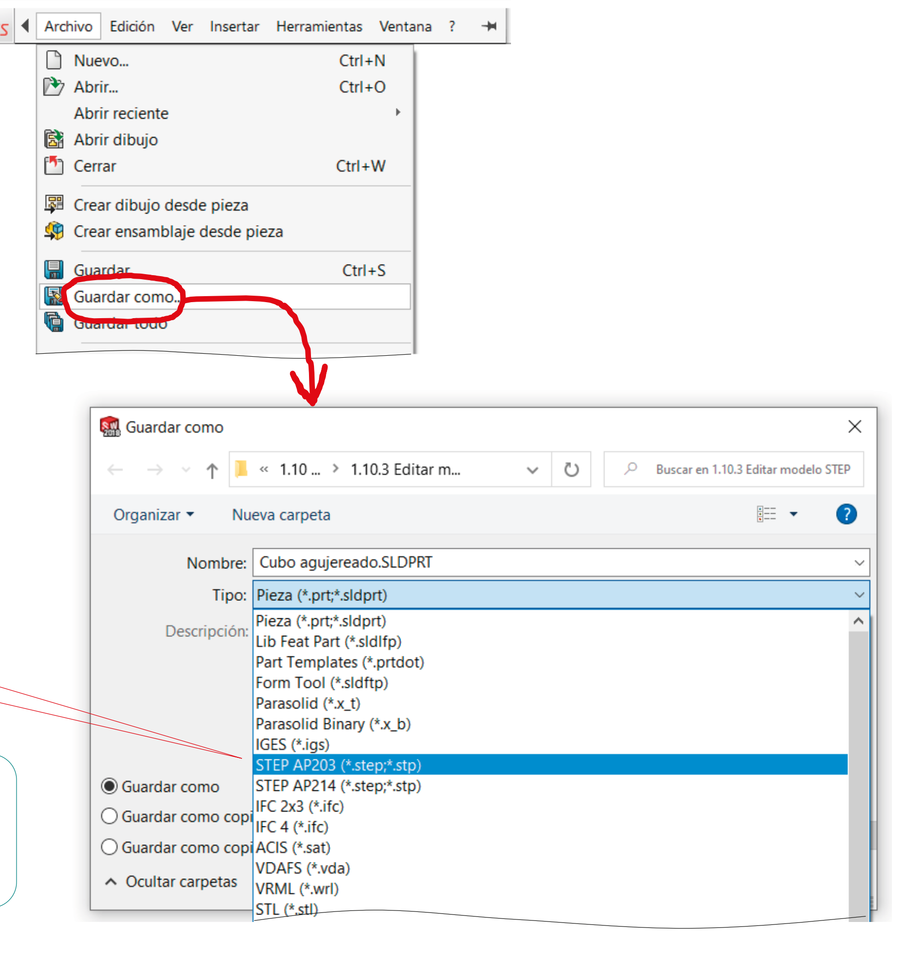
ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Exporte el fichero de la pieza en formato STEP

- Ejecute el comando *Guardar como*

- Seleccione el *Tipo* STEP



Observe que hay dos Protocolos diferentes

Haga dos exportaciones, una con cada protocolo, para comparar después los ficheros

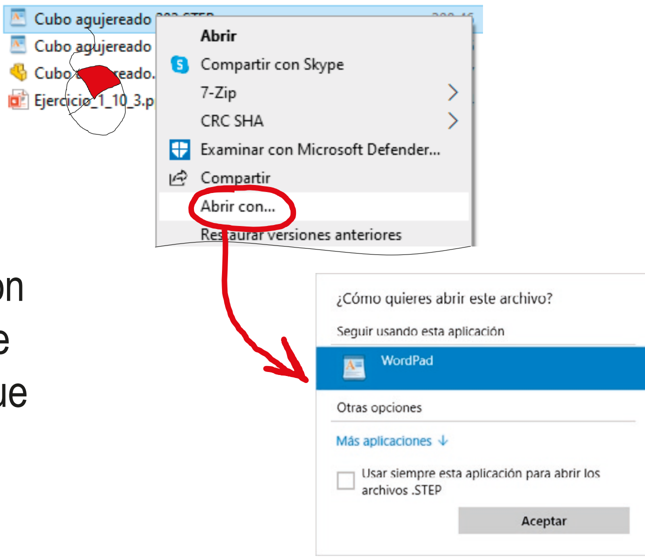
ISBN: 978-84-18432-81-1

DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Abra los ficheros STEP con un editor de texto:

- Seleccione un editor de texto simple

Por ejemplo, WordPad ®



- Abra el fichero que contiene la versión AP203, para comprobar que contiene mucha información administrativa, que dificulta mucho el análisis de la información geométrica

Contiene información exhaustiva sobre fecha de creación y autor de cada una de las operaciones de modelado!

```
HEADER;
FILE_DESCRIPTION (( 'STEP AP203' ),
     '1' );
FILE_NAME ('Cubo agujereado.STEP',
     '2020-10-30T19:46:33',
     ( '' ),
     ( '' ),
     'SwSTEP 2.0',
     'SolidWorks 2018',
     '' );
FILE_SCHEMA (( 'CONFIG_CONTROL_DESIGN' ));
ENDSEC;

DATA;
#1 = VECTOR ( 'NONE', #39, 1000.000000000000000 ) ;
#2 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #201, .T. ) ;
#3 = CYLINDRICAL_SURFACE ( 'NONE', #66, 10.99999999999999289 ) ;
#4 = ORIENTED_EDGE ( 'NONE', *, *, #40, .T. ) ;
#5 = APPROVAL_PERSON_ORGANIZATION ( #31, #231, #286 ) ;
#6 = PRODUCT ( 'Cubo agujereado', 'Cubo agujereado', '', ( #
80 ) ) ;
```

- Descarte el fichero exportado a la versión STEP AP203

ISBN: 978-84-18432-81-1

Pedro Company Calleja y Carmen González Lluch
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

- Abra con el editor de texto el fichero que contiene el modelo en formato STEP AP 214

Observe que el fichero contiene muchos datos, pese a que el modelo es sencillo

- Busque las medidas de 45 mm

Observe que el valor de 45 aparece muchas veces

Es debido a que las tres dimensiones del cubo son de 45 mm

Pero, principalmente, es debido a que el modelo guardado es explícito y no procedural, por lo que en lugar de guardar la longitud de extrusión del cubo, se guardan las coordenadas de los cuatro vértices de la cara delantera

```
ISO-10303-21;¶
HEADER;¶
FILE_DESCRIPTION·((·'STEP·AP214'·),¶
····'1'·);¶
FILE_NAME·('Cubo·agujereado·214.STEP',¶
····'2020-10-30T19:46:58',¶
····(·''·),¶
····(·''·),¶
····'SwSTEP·2.0',¶
····'SolidWorks·2018',¶
····''·);¶
FILE_SCHEMA·((·'AUTOMOTIVE_DESIGN'·));¶
ENDSEC;¶
¶
DATA;¶
#1·=·AXIS2_PLACEMENT_3D·(·'NONE',·#22,·#66,·#89·)·;¶
#2·=·FILL_AREA_STYLE·('',(·#106·)·)·;¶
#3·=·ORIENTED_EDGE·(·'NONE',·*,·*,·#136,·.T.·)·;¶
#4·=·SURFACE_STYLE_USAGE·(·.BOTH.·,·#244·)·;¶
#5·=·EDGE_CURVE·(·'NONE',·#74,·#135,·#14,·.T.·)·;¶
#6·=·DIRECTION·(·'NONE',··(·1.0000000000000000000,·
0.0000000000000000000,·0.0000000000000000000·)·)·;¶
#7·=·AXIS2_PLACEMENT_3D·(·'NONE',·#36,·#63,·#209·)·;¶
#8·=·PRESENTATION_STYLE_ASSIGNMENT·((·#71·)·)·;¶
#9·=·VECTOR·(·'NONE',·#237,·1000.000000000000000·)·;¶
#10·=·ORIENTED_EDGE·(·'NONE',·*,·*,·#83,·.F.·)·;¶
#11·=·AXIS2_PLACEMENT_3D·(·'NONE',·#220,·#90,·#109·)·;¶
#12·=·ADVANCED_FACE·(·'NONE',·(·#113·),·#24,·.F.·)·;¶
#13·=·EDGE_CURVE·(·'NONE',·#156,·#272,·#16,·.T.·)·;¶
#14·=·CIRCLE·(·'NONE',·#11,·10.99999999999999289·)·;¶
#15·=·ORIENTED_EDGE·(·'NONE',·*,·*,·#93,·.F.·)·;¶
#16·=·LINE·(·'NONE',·#165,·#72·)·;¶
#17·=·EDGE_CURVE·(·'NONE',·#272,·#79,·#224,·.T.·)·;¶
#18·=·DIRECTION·(·'NONE',··(·0.0000000000000000000,·
1.0000000000000000000,·0.0000000000000000000·)·)·;¶
#19·=·CARTESIAN_POINT·(·'NONE',··(·33.49999999999998579,·
22.50000000000000000,·45.00099999999999767·)·)·;¶
#20·=·CARTESIAN_POINT·(·'NONE',··(·0.0000000000000000000,·
45.00000000000000000,·0.0000000000000000000·)·)·;¶
#21·=(·LENGTH_UNIT·(·)·NAMED_UNIT·(·*·)·SI_UNIT·(·.MILLI.,·.METRE.·)·
);¶
#22·=·CARTESIAN_POINT·(·'NONE',··(·0.0000000000000000000,·
0.0000000000000000000,·45.00000000000000000·)·)·;¶

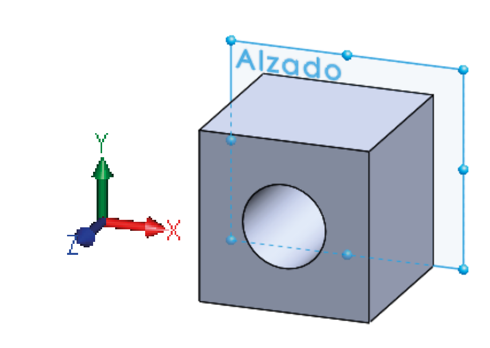
#261·=·CARTESIAN_POINT·(·'NONE',··(·0.0000000000000000000,·
45.00000000000000000,·45.00000000000000000·)·)·;¶
#262·=·CARTESIAN_POINT·(·'NONE',··(·45.00000000000000000,·
45.00000000000000000,·45.00000000000000000·)·)·;¶
#263·=·EDGE_CURVE·(·'NONE',·#135,·#202,·#158,·.T.·)·;¶
#264·=·CIRCLE·(·'NONE',·#124,·10.99999999999999289·)·;¶
#265·=·ORIENTED_EDGE·(·'NONE',·*,·*,·#263,·.T.·)·;¶
#266·=·LINE·(·'NONE',·#243,·#50·)·;¶
#267·=·VECTOR·(·'NONE',·#125,·1000.000000000000000·)·;¶
#268·=·FACE_OUTER_BOUND·(·'NONE',·#73,·.T.·)·;¶
#269·=·ORIENTED_EDGE·(·'NONE',·*,·*,·#51,·.T.·)·;¶
#270·=·ORIENTED_EDGE·(·'NONE',·*,·*,·#235,·.F.·)·;¶
#271·=·UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT·(LENGTH_MEASURE(·
1.000000000000000082E-05·),·#150,·'distance_accuracy_value',·
'NONE');¶
#272·=·VERTEX_POINT·(·'NONE',·#240·)·;¶
#273·=·CARTESIAN_POINT·(·'NONE',··(·11.50000000000000711,·
22.50000000000000000,·0.0000000000000000000·)·)·;¶
#274·=·EDGE_CURVE·(·'NONE',·#45,·#79,·#266,·.T.·)·;¶
#275·=·ORIENTED_EDGE·(·'NONE',·*,·*,·#114,·.F.·)·;¶
#276·=·FILL_AREA_STYLE·('',(·#119·)·)·;¶
ENDSEC;¶
END-ISO-10303-21;¶
```


ISBN: 978-84-18432-81-1

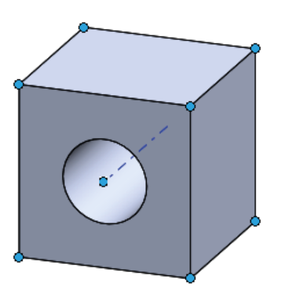
DOI: http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia176

Ejecución

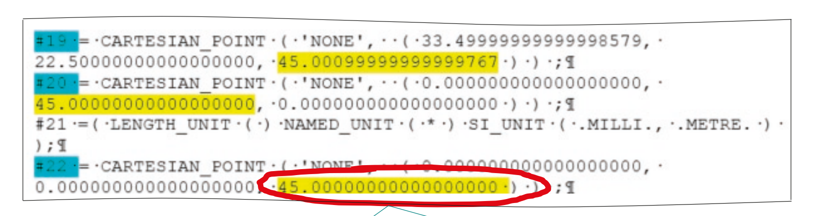
- Busque la medida de 45 que corresponde a la operación de extrusión del cubo:
  - Puesto que la extrusión se ha hecho perpendicular al alzado, la longitud de la misma corresponde con la coordenada z



  - Puesto que el modelo es explícito, se han definido los CARTESIAN POINTS de todos los vértices del cubo, además de los vértices del eje del agujero cilíndrico



- Cambie, con el editor de texto, el valor de 45 por 70 en todas las cotas z de los vértices



```
#19 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 33.49999999999998579, 
22.50000000000000000, 45.00099999999999767 ) ) ;
#20 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 0.000000000000000000, 
45.00000000000000000, 0.000000000000000000 ) ) ;
#21 =( LENGTH_UNIT ( ) NAMED_UNIT ( * ) SI_UNIT ( .MILLI., .METRE. ) 
);
#22 = CARTESIAN_POINT ( 'NONE',  ( 0.000000000000000000, 
0.000000000000000000, 45.00000000000000000 ) ) ;
```


- Guarde el fichero modificado, manteniendo el formato original

Cubo agujereado 214.STEP

Cubo agujereado 214 (70).STEP

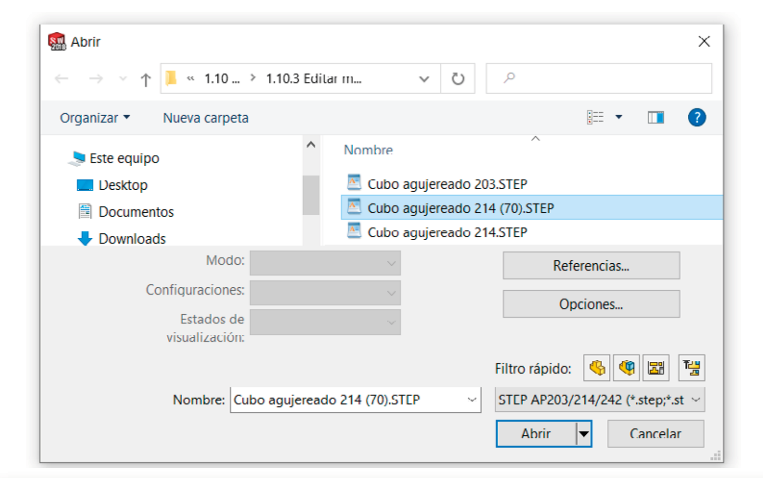
CAD 3D con SolidWorks®. Tomo I: Diseño básico (2ª ed.). Volumen 1. Modelos
ISBN: 978-84-18432-81-1

Ejecución

Tarea
Estrategia
Ejecución
Conclusiones

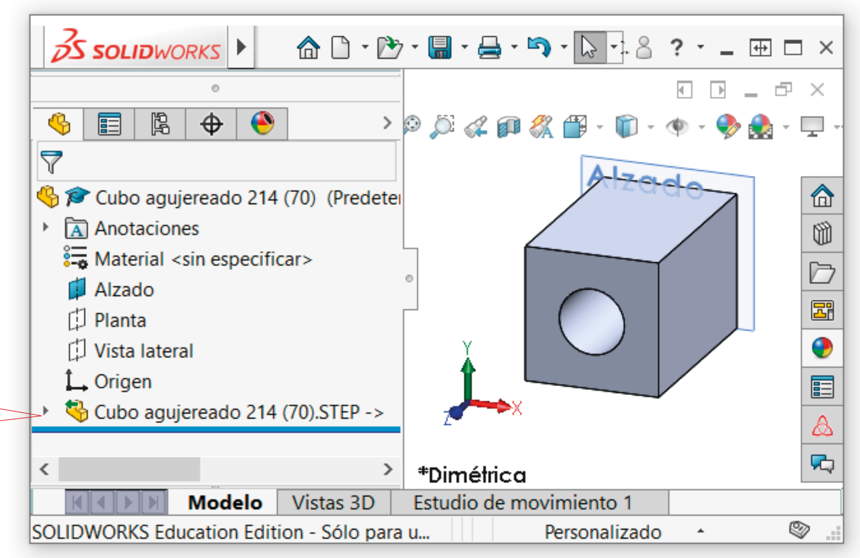
Compare el resultado final respecto al modelo original:

- Importe en SolidWorks el fichero con formato STEP AP214



- Observe que la forma se ha mantenido
- Pero el tamaño ha cambiado, tal como se buscaba

Observe que el procedimiento de modelado (el árbol del modelo) se ha perdido



Conclusiones

Tarea

Estrategia

Ejecución

Conclusiones

1 Exportar a formatos neutros implementados en la aplicación nativa es un proceso sencillo y rápido

> Pero algunos formatos neutros tienen diferentes "versiones"

2 Los formatos neutros representados en texto legible se pueden editar con editores de texto sencillos

3 Los formatos basados en etiquetas (como STEP), resultan difíciles de leer, a pesar de estar contenidos en documentos de texto plano

> Para editarlos manualmente hay que tener mucho conocimiento sobre su sintaxis, además de aplicar técnicas de búsqueda dentro del texto

4 Las importaciones y exportaciones entre SolidWorks y STEP AP203 o AP214 producen modelos mudos, en los que se pierden las restricciones y toda la intención de diseño